



**INSTITUTO
FEDERAL**

Ceará

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

IFCE - CAMPUS FORTALEZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

MESTRADO ACADÊMICO EM TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

ABRAÃO LIMA VERDE MAIA CHAVES

**ANÁLISE DA GESTÃO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS DE
CARCINICULTURA NO MUNICÍPIO DE ACARAÚ- CE E SEUS REFLEXOS NOS
MANGUEZAIS**

FORTALEZA

2025

ABRAÃO LIMA VERDE MAIA CHAVES

ANÁLISE DA GESTÃO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS DE CARCINICULTURA
NO MUNICÍPIO DE ACARAÚ- CE E SEUS REFLEXOS NOS MANGUEZAIS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Fortaleza, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental. Área de Concentração: Gestão e Saneamento Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rafaela Camargo Maia

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C512a Chaves, Abraão.
Análise da Gestão Ambiental de Empreendimentos de Carcinicultura no Município de Acaraú-CE e Seus Reflexos nos Manguezais / Abraão Chaves. - 2026.
187 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental, Campus Fortaleza, 2026.
Orientação: Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia.
1. Carcinicultura. 2. Licenciamento. 3. Impactos. 4. Monitoramento. 5. Fiscalização. I. Título.
CDD 628
-



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081 - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Processo: 23264.003738/2025-90

Interessado: Rafaela Camargo Maia

ABRAÃO LIMA VERDE MAIA CHAVES

ANÁLISE DA GESTÃO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS DE CARCINICULTURA NO MUNICÍPIO DE ACARAÚ-CE E SEUS REFLEXOS NOS MANGUEZAIS

Dissertação apresentada ao Curso de MESTRADO EM TECNOLOGIA E
GESTÃO AMBIENTAL do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) Campus de Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia e
Gestão Ambiental

Aprovada em: **19/12/2025.**

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
RAFAELA CAMARGO MAIA
Data: 16/01/2026 16:59:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Rafaela Camargo Maia (orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. José Moacir Carvalho de Araújo Junior

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Documento assinado digitalmente
JOSE MOACIR DE CARVALHO ARAUJO JUNIOR
Data: 21/01/2026 23:01:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Auricélio Gois Lima

Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)

Documento assinado digitalmente
JOSE AURICELIO GOIS LIMA
Data: 19/01/2026 18:37:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, perseverança, fé e proteção constantes, e por me permitir alcançar esta conquista após tanta dedicação e desafios.

À minha amada esposa, Baylee Chaves, pelo companheirismo, amor e apoio diário ao longo dessa difícil jornada.

Ao meu querido filho, Enrico Chaves Lima Verde, que deu pleno sentido à minha vida e às minhas realizações pessoais e profissionais.

À minha orientadora, Professora Dra. Rafaela Camargo Maia, expresso minha profunda gratidão pela dedicação incansável, pelo apoio, paciência e incentivo durante todo o processo de orientação da dissertação. Seus ensinamentos e seu profissionalismo são fonte de admiração e inspiração.

À minha família, deixo meus sinceros agradecimentos pelo apoio constante, sendo meu alicerce emocional nos momentos mais desafiadores dessa caminhada.

Aos colegas do mestrado, agradeço pela colaboração ao longo das disciplinas, pelo compartilhamento de conhecimentos, informações, materiais e pelo incentivo fundamental ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu amigo e colega de trabalho na SEMACE, Tiago Bessa, agradeço pelas palavras de apoio, pelas trocas de conhecimento e pelas valiosas sugestões para o aprimoramento da pesquisa.

Ao meu amigo da SEMACE, José Auricélio Gois, agradeço pelo incentivo de sempre, pelas discussões técnicas, pelas contribuições ao trabalho e por ter gentilmente aceitado participar das minhas bancas de qualificação e defesa.

À minha colega da SEMACE, Ana Leônia Araújo, agradeço pelo apoio na elaboração dos mapas apresentados nesta pesquisa e pelas sugestões que contribuíram para o fortalecimento das discussões do estudo.

RESUMO

A carcinicultura é uma atividade econômica amplamente desenvolvida no Brasil, mas que gera impactos ambientais negativos, sobretudo nos manguezais, ecossistemas costeiros de alta produtividade e biodiversidade. Diante disso, torna-se essencial uma gestão ambiental eficaz, baseada nos instrumentos de licenciamento, monitoramento e fiscalização. Este trabalho analisou a gestão ambiental de empreendimentos de carcinicultura no município de Acaraú-CE entre 2013 e 2023, período subsequente à aprovação da Lei nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal). A pesquisa utilizou dados secundários dos sistemas corporativos da SEMACE, compreendendo licenças ambientais emitidas, informações de monitoramento e registros de fiscalização. Foram identificadas 28 carciniculturas instaladas (29 licenciadas, sendo uma não construída), totalizando 53 licenças ambientais emitidas. A maioria das licenças foi do tipo Licença de Operação, predominantemente com caráter de regularização, para retomada da conformidade legal após perda de validade. A análise dos processos de licenciamento, imagens de satélite e dados do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC) indicou que grande parte dos empreendimentos se encontra nas feições apicum e salgado, embora alguns ocupem Áreas de Preservação Permanente (APP) de manguezal ou de recursos hídricos. Nos casos de ocupação de APP, a maioria das intervenções ocorreu antes de 22/07/2008, sendo classificadas como áreas rurais consolidadas e, portanto, passíveis de permanência conforme a legislação vigente. No monitoramento ambiental, observou-se que a maior parte dos empreendimentos descumpriu a entrega obrigatória dos relatórios dos Programas de Automonitoramento, apresentando ausências, incompletudes e inconformidades legais. Quanto aos Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMA), a maioria foi apresentada anualmente, embora dois empreendimentos não tenham entregue nenhum documento no período. Para áreas desmatadas irregularmente, a SEMACE exigiu Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), porém a maioria dos empreendimentos não os apresentou e, entre os que apresentaram, não houve comprovação de execução. No âmbito da fiscalização, a maior parte das denúncias registradas foi atendida e considerada procedente, resultando em sanções administrativas. De forma geral, os resultados evidenciam fragilidades na gestão ambiental das carciniculturas em Acaraú-CE, incluindo falhas no licenciamento, no monitoramento e no cumprimento das condicionantes, comprometendo a efetividade do controle ambiental da atividade.

Palavras-chave: Carcinicultura. Licenciamento. Impactos. Monitoramento. Fiscalização.

ABSTRACT

Shrimp farming is a widely developed economic activity in Brazil, but one that generates negative environmental impacts, especially in mangrove ecosystems—coastal environments of high productivity and biodiversity. In this context, effective environmental management becomes essential, based on the instruments of licensing, monitoring, and enforcement. This study analyzed the environmental management of shrimp farming enterprises in the municipality of Acaraú, Ceará, between 2013 and 2023, a period following the enactment of Law No. 12.651/2012 (the New Forest Code). The research used secondary data from SEMACE's corporate systems, including issued environmental licenses, monitoring information, and enforcement records. A total of 28 installed shrimp farms were identified (29 licensed, with one not constructed), amounting to 53 environmental licenses issued. Most licenses were Operating Licenses, predominantly issued for regularization purposes to restore legal compliance after previous licenses had expired. Analysis of licensing processes, satellite imagery, and data from the Coastal Ecological-Economic Zoning (ZEEC) indicated that most enterprises are located in the apicum and salt flat features of the mangrove ecosystem, although some occupy Permanent Preservation Areas (APP) of mangroves or water resources. In cases of APP occupation, most interventions occurred before July 22, 2008, thus being classified as consolidated rural areas and allowed to remain under current legislation. Environmental monitoring revealed that most enterprises failed to submit mandatory Self-Monitoring Program reports, with omissions, incomplete submissions, and legal non-compliance. Regarding the Environmental Monitoring and Follow-up Reports (RAMA), most were submitted annually, although two enterprises failed to submit any during the study period. For irregular vegetation suppression, SEMACE required Degraded Area Recovery Plans (PRAD); however, most enterprises did not submit them, and among those that did, there was no evidence of implementation. In terms of enforcement, most reported complaints were addressed and deemed valid, resulting in administrative sanctions. Overall, the findings highlight weaknesses in the environmental management of shrimp farms in Acaraú-CE, including deficiencies in licensing, monitoring, and compliance with environmental conditions, ultimately compromising the effectiveness of environmental control over the activity.

Keywords: Shrimp Farming. Licensing. Impacts. Monitoring. Oversight.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Distribuição espacial das carciniculturas (com e sem licença ambiental) identificada na área de influência do sistema estuarino do rio Acaraú em Acaraú-CE, conforme imagens de satélite disponíveis no ZEEC.	21
Figura 2 — Feições do ecossistema manguezal. (A) Bosque de mangue; (B) Apicum e (C) Lavado.	27
Figura 3 — Linha do tempo com marcos legais e ambientais relacionados à proteção dos mangue- zais no Brasil e no mundo.	33
Figura 4 — Órgãos componentes do SISNAMA	35
Figura 5 — Órgãos integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente (SIEMA) no estado do Ceará.	36
Figura 6 — Gráfico da variação da produção mundial de camarão branco em comparação à captura pesqueira de diferentes espécies de camarões entre 2016 e 2022, com estimativa para 2023.	37
Figura 7 — Gráfico dos principais países produtores da espécie de camarão marinho <i>Penaeus vannamei</i> e sua produção em toneladas no ano base de 2020.....	38
Figura 8 — Carcinicultura em Acaraú, CE. (A) Imagem de satélite destacando algumas das áreas de cultivo e; (B) Fazenda mostrando a infraestrutura utilizada na produção de camarão no município.	41
Figura 9 — Fluxograma do processo de licenciamento ambiental na SEMACE.....	64
Figura 10— Localização do município de Acaraú-CE	74
Figura 11— Bacias Hidrográficas do estado do Ceará.....	75
Figura 12— Mapa de localização do município de Acaraú-CE	76
Figura 13— Gráfico do número de licenças ambientais de carcinicultura (todos os códigos) emitidas por ano entre 2013 e 2023 em Acaraú, Ceará.....	88
Figura 14— Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para todos os códigos da Resolução COEMA nº 02/2019	93
Figura 15— Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por tipo de processo de licenciamento protocolado na SEMACE para todos os códigos da Resolução COEMA nº 02/2019	94

Figura 16 — Gráfico da quantidade de licenças emitidas no período da pesquisa na forma de regularização, renovação e licenças emitidas pela primeira vez para os empreendimentos de carcinicultura de Acaraú-CE, considerando todos os códigos da Resolução COEMA nº 02/2019	95
Figura 17 — Gráfico da quantidade de carciniculturas instaladas em relação à situação quanto à licença ambiental	95
Figura 18 — Gráfico quantitativo de carciniculturas com licenças emitidas (29) em relação à classificação quanto ao porte dos empreendimentos, segundo a Resolução COEMA nº 02/2019, considerando os 03 códigos.....	96
Figura 19 — Gráfico do quantitativo de carciniculturas efetivamente instaladas com licenças emitidas (28) em relação à classificação quanto ao porte dos empreendimentos, segundo a Resolução COEMA nº 02/2019, considerando os 03 códigos.....	97
Figura 20 — Gráfico da quantidade de licenças emitidas no período da pesquisa para os empreendimentos de carcinicultura de Acaraú-CE, considerando a Resolução COEMA vigente à época da emissão das licenças, considerando todos os códigos.....	98
Figura 21 — Gráfico da quantidade de licenças indeferidas em relação ao quantitativo de licenças emitidas no período da pesquisa para os empreendimentos de carcinicultura de Acaraú-CE.....	100
Figura 22 — Gráfico do número de licenças ambientais (35) de carcinicultura emitidas por ano no período da pesquisa (2013-2023) para o código 02.01 - Carcinicultura.	103
Figura 23 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para o código 02.01 – Carcinicultura da Resolução COEMA nº 02/2019	104
Figura 24 — Gráfico da classificação do porte das carciniculturas do Código 02.01 da Resolução COEMA nº 02/2019	105
Figura 25 — Gráfico do número de licenças ambientais de carcinicultura emitidas por ano no período da pesquisa (2013-2023) para carciniculturas efetivamente instaladas do código 02.02– Carcinicultura – Produção em tanque revestido	107

Figura 26 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para carciniculturas efetivamente instaladas do código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos da Resolução COEMA nº 02/2019	108
Figura 27 — Gráfico da classificação do porte das carciniculturas do Código 02.02 da Resolução COEMA nº 02/2019	109
Figura 28 — Gráfico do número de licenças ambientais de carcinicultura emitidas por ano no período da pesquisa (2013-2023) para o código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvi- cultura.	110
Figura 29 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para o código 02.03 – Laboratório de larvicultura da Resolução COEMA nº 02/2019	111
Figura 30 — Gráfico de classificação do porte das carciniculturas do Código 02.03 da Resolução COEMA nº 02/2019	112
Figura 31 — Gráfico da variação da regularidade do licenciamento ambiental das carciniculturas em relação ao número de empresas	114
Figura 32 — Gráfico da variação da regularidade do licenciamento ambiental das carciniculturas em relação ao número de fazendas.	115
Figura 33 — Gráfico da situação das empresas de carcinicultura em relação à renovação automática de LO.	117
Figura 34 — Área total de carciniculturas (com e sem licença ambiental) identificada na área de influência do sistema estuarino do rio Acaraú em Acaraú-CE, conforme imagens de satélite.	119
Figura 35 — Identificação das carciniculturas com e sem licença ambiental emitida no período da pesquisa, conforme a presença ou ausência de delimitação das poligonais das fazendas de camarão.	120
Figura 36 — Localização das carciniculturas (com e sem licença ambiental) em relação às feições e subzonas definidas no Projeto de Restruturação do Mapeamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras do Ceará.	121

Figura 37 — Localização georreferenciada das carcinoculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de apicum e salgado delimitadas pelo ZEEC.	122
Figura 38 — Localização georreferenciada das carcinoculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de manguezais delimitadas pelo ZEEC.	123
Figura 39 — Localização georreferenciada das carcinoculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de lagoas/lagunas e rios delimitadas pelo ZEEC.	124
Figura 40 — Áreas de intersecção das carcinoculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de apicuns e salgados delimitadas pelo ZEEC.	125
Figura 41 — Áreas de intersecção das carcinoculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às APP de manguezais delimitadas com base no ZEEC.	126
Figura 42 — Áreas de intersecção das carcinoculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às APP de lagoas/lagunas delimitadas com base no ZEEC.	128
Figura 43 — Áreas de intersecção das carcinoculturas de Acaraú-CE com licença ambiental emitida (com delimitação de poligonal) em relação às APP de rios delimitadas com base no ZEEC.	129
Figura 44 — Áreas de intersecção das carcinoculturas de Acaraú-CE com licença ambiental emitida (sem delimitação de poligonal) em relação às APP de rios delimitadas com base no ZEEC.	130
Figura 45 — Áreas de intersecção das carcinoculturas de Acaraú-CE sem licença ambiental emitida em relação às APP de rios delimitadas com base no ZEEC.....	131
Figura 46 — Gráfico de formas de captação de água de abastecimento das carcinoculturas com licenças emitidas no período da pesquisa em Acaraú-CE.	132
Figura 47 — Gráfico dos tipos de sistemas de cultivo das carcinoculturas com licenças emitidas no período da pesquisa em Acaraú-CE.....	133
Figura 48 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinocultura quanto à entrega à SEMACE dos relatórios anuais de automonitoramento de efluentes líquidos	134

Figura 49 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura quanto à entrega à SEMACE dos relatórios anuais de automonitoramento de efluentes líquidos.	135
Figura 50 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa.	136
Figura 51 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura que apresentaram relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos.	136
Figura 52 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa quanto às coletas trimestrais.	137
Figura 53 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa quanto às coletas trimestrais.	138
Figura 54 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa quanto à conformidade com a legislação ambiental vigente.	139
Figura 55 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos em desconformidade com a legislação ambiental vigente	140
Figura 56 — Situação da apresentação dos RAMAS anuais dos empreendimentos de carcinicultura.	142
Figura 57 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura que não apresentaram RAMAS anuais no período da pesquisa.....	143
Figura 58 — Gráfico dos tipos/formas de tratamento dos efluentes líquidos gerados nas carciniculturas do município de Acaraú-CE no período da pesquisa.....	145
Figura 59 — Gráfico da existência de bacia de sedimentação como forma de tratamento dos efluentes líquidos das carciniculturas	145
Figura 60 — Gráfico do número de empresas que utilizaram probióticos como forma de tratamento dos efluentes líquidos nas carciniculturas em Acaraú-CE.	146

Figura 61 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas que utilizaram probióticos como forma de tratamento dos efluentes líquidos nas carciniculturas em Acaraú-CE.	147
Figura 62 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação ao período de supressão vegetal irregular para construção das carciniculturas e enquadramento como área rural consolidada ou área rural não consolidada.....	148
Figura 63 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação à intervenção/ocupação de APP de recursos hídricos e manguezais, conforme análise dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas na SEMACE.	149
Figura 64 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação à intervenção/ocupação de APP conforme tipologia, de acordo com análise dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas na SEMACE.....	150
Figura 65 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação à apresentação de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) para áreas com vegetação nativa suprimida e ocupação de APP de recursos hídricos e/ou manguezais.	152
Figura 66 — Gráfico da situação da apresentação dos PRADs à SEMACE pelas carciniculturas que tiveram áreas com vegetação nativa suprimida e ocupação de APP de recursos hídricos e/ou manguezais.....	153
Figura 67 — Gráfico do número de carciniculturas que assinaram termo de compromisso junto à SEMACE para recuperação de áreas degradadas e preservação integral dos ecossistemas de manguezais arbustivos adjacentes aos empreendimentos, conforme exigência legal do Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012).	154
Figura 68 — Gráfico da situação das empresas de carcinicultura quanto à entrega dos Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) solicitados como estudo ambiental nos processos de LO, conforme exigido pela Resolução CONAMA nº 312/2002.....	155
Figura 69 — Gráfico da situação das empresas de carcinicultura que apresentaram os Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) solicitados como estudo ambiental nos processos de LO, conforme exigido pela Resolução CONAMA nº 312/2002.....	156

Figura 70—Gráfico do número de ocorrências/denúncias de carcinicultura cadastradas na SEMACE no município de Acaraú-CE no período da pesquisa (01/01/2013 a 31/12/2023) e a situação de atendimento.	157
Figura 71—Gráfico da classificação das ocorrências/denúncias de carcinicultura atendidas pela SEMACE no município de Acaraú-CE no período da pesquisa (01/01/2013 a 31/12/20.	158
Figura 72—Gráfico do número de ocorrências/denúncias de carcinicultura atendidas pela SEMACE no período da pesquisa no município de Acaraú-CE conforme a existência de vistoria técnica de campo.	158
Figura 73—Gráfico dos autos de infração com valor de multa simples lavrados para empreendimentos de carcinicultura no período da pesquisa para o município de Acaraú-CE.	159
Figura 74—Gráfico da distribuição dos autos de infração lavrados por ano para carciniculturas no período.	161
Figura 75—Gráfico do número de autos de infração lavrados para carciniculturas em relação à existência de dano ambiental a ser recuperado.	162
Figura 76—Gráfico do enquadramento legal dos autos de infração de carciniculturas lavrados pela SEMACE no período da pesquisa, conforme o Decreto Federal nº 6514/2008.	163
Figura 77—Gráfico do número de autos lavrados para carciniculturas em relação à tipificação como crime ambiental pela Lei Federal nº 9605/1998.	164
Figura 78—Gráfico dos Termos de embargo/interdição lavrados para carciniculturas no período da pesquisa em Acaraú-CE.	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Tipos de sistemas aquícolas e suas características principais.	42
Quadro 2 — Tipos de sistemas de produção da carcinicultura e suas características principais.	42
Quadro 3 — Resumo dos principais aspectos técnicos da carcinicultura, envolvendo a infraestrutura, os aspectos produtivos e as práticas de manejo animal.	45
Quadro 4 — Impactos ambientais negativos da atividade de carcinicultura.	47
Quadro 5 — Impactos ambientais negativos da atividade de carcinicultura.	49
Quadro 6 — Classificação dos empreendimentos de carcinicultura e suas características de estrutura, área de produção em ha ou m ² e classificação do porte, conforme a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019.	55
Quadro 7 — Classificação do porte e as tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura.	57
Quadro 8 — Classificação quanto ao porte e as tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura – produção em tanques revestidos.	58
Quadro 9 — Classificação do porte e as tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura.	59
Quadro 10 — Principal arcabouço legal referente ao licenciamento ambiental de carciniculturas no Brasil e no Ceará.	60
Quadro 11 — Prazos, em anos, das licenças ambientais no Ceará, sendo LP – Licença Prévia; LI – Licença de Instalação; LPI – Licença Prévia e de Instalação; LIO – Licença de Instalação e Operação; LAU – Licença Ambiental Única; LIAM – Licença de Instalação e Ampliação e; LO – Licença de Operação.	62
Quadro 12 — Principais infrações ambientais cometidas por empreendimentos de carcinicultura e o seu respectivo enquadramento.	72
Quadro 13 — Principais normativas legais e infralegais relacionadas ao licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental da atividade de carcinicultura no Ceará e em Acaraú.	77
Quadro 14 — Evolução histórica da competência de licenciamento ambiental da atividade de carcinicultura conforme mudanças na legislação ambiental.	81
Quadro 15 — Número de licenças ambientais emitidas por tipologia de carcinicultura e por ano da pesquisa (2013–2023).	89

Quadro 16 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de licen- ças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE.	92
Quadro 17 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de li- cenças ambientais indeferidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE.	99
Quadro 18 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de li- cenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE para o código 02.01 – Carcinicultura.	102
Quadro 19 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de li- cenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE para o código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos.....	106
Quadro 20 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de li- cenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE para o código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura.	109
Quadro 21 — Distribuição dos autos de infração com valor de multa simples entre os empreendimentos de carcinicultura no período da pesquisa.	160

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarão
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
LAC	Licença por Adesão e Compromisso
LAU	Licença Ambiental Única
LIO	Licença de Instalação e Operação
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PAN	Plano de Ação Nacional
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Acaraú
SIGA	Sistema de Gerenciamento e Controle Ambiental
ZEEC	Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	Objetivo Geral	23
2.2	Objetivos Específicos.....	23
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	25
3.1	Manguezais: definições e legislação ambiental	25
3.2	Impactos ambientais da carcinicultura	36
3.3	Gestão Ambiental e Licenciamento de Carcinicaturas	50
3.3.1	<i>Monitoramento ambiental de carcinicaturas</i>	68
3.3.2	<i>Fiscalização ambiental de carcinicaturas</i>	71
4	MATERIAL E MÉTODOS	74
4.1	Área de estudo	74
4.2	Material e Métodos	76
4.2.1	<i>Tipo de Pesquisa</i>	76
4.2.2	<i>Coleta de Dados</i>	79
4.2.2.1	<i>Licenciamento ambiental</i>	80
4.2.2.2	<i>Monitoramento ambiental</i>	83
4.2.2.3	<i>Fiscalização ambiental</i>	85
4.3	Análise de Dados.....	86
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
5.1	Licenciamento ambiental de carcinicaturas	87
5.1.1	<i>Código 02.01 – Carcinicultura</i>	101
5.1.2	<i>Código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos</i>	105
5.1.3	<i>Código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de Larvicultura</i>	109
5.1.4	<i>Variação da regularidade do licenciamento ambiental das carcinicaturas no período da pesquisa</i>	112
5.1.5	<i>Licenciamento ambiental de carcinicaturas pelo órgão ambiental do município de Acaraú</i>	117

5.1.6	<i>Localização georreferenciada das carcinoculturas de Acaraú-CE em relação aos ecossistemas manguezais e suas feições e às Áreas de Preservação Permanente (APP) de recursos hídricos e manguezais</i>	118
5.2	Monitoramento de carcinoculturas	131
5.3	Fiscalização ambiental de carcinoculturas.....	157
6	CONCLUSÃO	167
	REFERÊNCIAS.....	171
	APÊNDICES	185
	APÊNDICE A – Ofício nº 5.....	185

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura representa um tipo de agroecossistema presente de forma conspícua em paisagens marinhas, costeiras e estuarinas de todo o mundo (Alleway *et al.*, 2019). É uma atividade econômica do setor primário em rápido crescimento e expansão territorial, especialmente nas últimas cinco décadas, impulsionando a geração de renda, o aumento da produção de alimento e emprego nessas áreas (Siqueira, 2017; Barange, 2022).

Neste contexto, destaca-se a carcinicultura, tipo de atividade aquícola representada pelo cultivo de espécies de camarão, predominantemente em áreas costeiras de países de clima tropical e subtropical (Nguyen *et al.*, 2020). A combinação de fatores ambientais, como temperaturas elevadas e curtos períodos de chuvas, juntamente com o avanço de tecnologias de produção, posicionou o Brasil como um dos maiores produtores de camarão das Américas (Freitas *et al.*, 2008; Barbieri *et al.*, 2014; Ximenes; Vidal, 2023).

Entretanto, a criação, a reprodução e o crescimento de organismos em ambientes aquáticos controlados ou semicontrolados encontra-se relacionada à geração de impactos ambientais negativos (Naylor *et al.*, 2000). De acordo com Silva e Pierri (2022) e Nascimento *et al.* (2025), a expansão da carcinicultura no Brasil está associada à ocupação de áreas de manguezais nas regiões Norte e Nordeste, incluindo apicuns ou salgados, feições indissociáveis desse ecossistema considerando sua interdependência ecológica, causando impactos ambientais à biodiversidade e à dinâmica costeira.

Os manguezais desempenham um papel fundamental na provisão de bens e serviços ecossistêmicos, abrangendo funções de regulação, provisão, suporte e culturais (Souza *et al.*, 2018; Bimrah *et al.*, 2022; Lee, Kim, Lee, 2025). Esses serviços incluem: fornecimento de madeira, mel, palha, peixes, mariscos e água potável; suporte à biodiversidade e habitat para fauna marinha e terrestre; regulação do sequestro de carbono e proteção da linha de costa; além de apoio ao transporte aquaviário e a subsistência das comunidades tradicionais (Hussain; Badola, 2010; Lee *et al.*, 2014), reforçando sua relevância ecológica e socioeconômica.

A implantação e operação de empreendimentos de carcinicultura em manguezais podem causar afugentamento e mortalidade de espécies da fauna, desmatamento e modificação da flora aquática, emissão de material particulado e ruídos, além de alterar a paisagem e a hidrologia, com risco de assoreamento, produção de rejeitos e mudanças nas características físico-químicas da água devido ao lançamento de efluentes ricos em matéria orgânica, além da salinização do solo e aquíferos (Ashton, 2008; Sosa-Villa Lobos *et al.*, 2016).

Também pode ocorrer o acúmulo de metais-traço, como cobre e zinco, que se depositam nos sedimentos e bioacumulam em organismos aquáticos (Léon-Canedo *et al.*, 2017), a introdução de espécies exóticas e processos de bioinvasão, o esgotamento de estoques pesqueiros e a consequente perda de biodiversidade (Polidoro *et al.*, 2010; Tancredo *et al.*, 2011; Queiroz *et al.*, 2013). No âmbito socioambiental, pode provocar a privatização da água e de terras públicas, a expulsão de comunidades tradicionais e o aumento da pobreza e da precarização das condições de trabalho para seus funcionários (Polidoro *et al.*, 2010; Tancredo *et al.*, 2011; Queiroz *et al.*, 2013).

Esse conjunto de impactos ambientais adversos provocados pela atividade da carcinicultura contribuem em escala local para a ultrapassagem em escala global dos limites planetários seguros para a humanidade, como pontos de não retorno, especialmente para os limites planetários mudanças climáticas, integridade da biosfera, mudanças no uso da terra e fluxos biogeoquímicos (Lacerda *et al.*, 2021; Hamilton; Lovette, 2014).

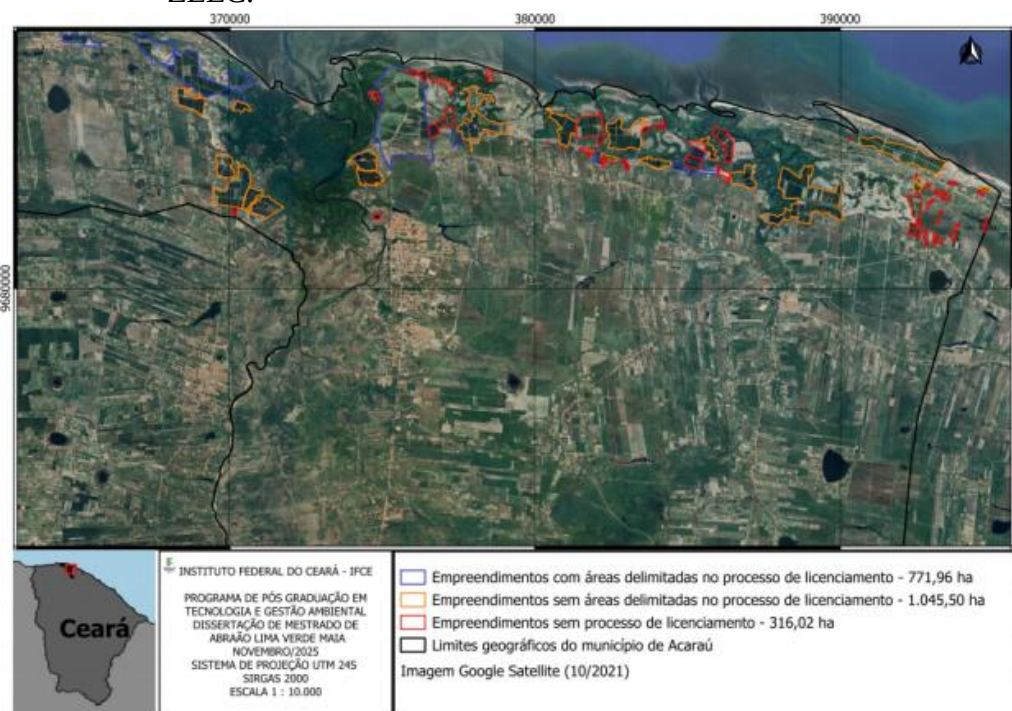
Conforme o único diagnóstico da carcinicultura do Ceará, elaborado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (2005), 96,9% da atividade no estado estava concentrada em áreas de manguezal, resultando no desmatamento de 78,1% da vegetação de mangue. Corroborando essa perspectiva, Thiers, Meireles e Santos (2016) apontam que a expansão da atividade tem comprometido os serviços ecológicos essenciais e a biodiversidade dos manguezais na região. Mais recentemente, Maia *et al.* (2019) reforçaram esse impacto ao identificar a carcinicultura como um dos principais agentes de degradação desse ecossistema no estado.

Entre os municípios produtores de camarão no estado, destaca-se Acaraú, que contribuiu com aproximadamente 5,1 % da produção nacional, ficando entre os 4 ou 5 maiores produtores municipais de camarão do Brasil em 2023, sendo responsável por 10,37% da produção total do país (IBGE, 2023). Dados recentes, obtidos por meio de análises de sensoriamento remoto, indicaram uma redução significativa da cobertura florestal local, que caiu de 74,78% para 53,11% entre 1985 e 2021, enquanto 8,68% do território foi ocupado por atividades de carcinicultura no mesmo período (Maia, Souza, Pereira, 2025). Segundo estudo desenvolvido pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão em 2021 (ABCC, 2021), existiam em Acaraú 61 fazendas de camarão ativas.

O mapa constante na Figura 1 evidencia a distribuição espacial de viveiros de carcinicultura no município de Acaraú, conforme mapa elaborado com base em dados do

Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeira do Ceará (ZEEC, 2025).

Figura 1 — Distribuição espacial das carciniculturas (com e sem licença ambiental) identificada na área de influência do sistema estuarino do rio Acaraú em Acaraú-CE, conforme imagens de satélite disponíveis no ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

No contexto dessa atividade econômica de elevado potencial impactante sobre o meio ambiente, torna-se imprescindível a adoção de uma gestão ambiental eficaz e bem estruturada. Tal abordagem pode ser compreendida como um processo sistemático que envolve o planejamento, a implementação, o monitoramento e a melhoria contínua de práticas organizacionais e políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos ambientais, à promoção da sustentabilidade e ao cumprimento das normas ambientais em âmbito nacional e internacional (Kavivarasu, 2024) (Chagas; Nascimento-e Silva; Machado, 2024).

O arcabouço legal brasileiro determina a obrigatoriedade do licenciamento ambiental em todas as etapas – concepção, instalação e operação – para empreendimentos de carcinicultura, considerando que se trata de uma atividade potencialmente poluidora e/ou degradadora da qualidade ambiental (Brasil, 1997; Brasil, 2002). Em âmbito estadual, a carcinicultura é classificada como uma atividade de Potencial Poluidor Degradador (PPD) Médio, com diferentes modalidades de licenciamento ambiental conforme a área de produção e o porte do empreendimento

(Ceará, 2019).

Além disso, os instrumentos normativos brasileiros enfatizam a importância e a obrigatoriedade da fiscalização e do monitoramento ambiental desses empreendimentos pelo Poder Público (Brasil, 1998; Brasil, 2008a), abrangendo também os padrões e condições para o lançamento de efluentes líquidos e a implementação de programas de automonitoramento, especialmente na atividade de aquicultura (Brasil, 2011; Ceará, 2002; 2017; 2021).

Sob esse aspecto, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de compreender, com base em dados de licenciamento, fiscalização e monitoramento, os impactos que essa atividade econômica tem gerado sobre os manguezais e as Áreas de Preservação Permanente (APP) associadas a recursos hídricos no município de Acaraú. Essa análise foi baseada em análise documental dos processos de licenciamento, fiscalização e monitoramento na SEMACE. Tal análise torna-se particularmente relevante diante do decurso de uma década desde a promulgação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012) (Brasil, 2012), marco legal que estabelece diretrizes para a conservação da vegetação nativa e para a proteção de ecossistemas sensíveis no território brasileiro.

De acordo com essa legislação, os manguezais são reconhecidos como Áreas de Preservação Permanente em toda a sua extensão. Entretanto, a proteção conferida não contempla integralmente todas as feições que compõem o ecossistema — como o lavado, o bosque de mangue e os apicuns e/ou salgados — o que tem suscitado debates e controvérsias jurídicas acerca da abrangência e efetividade dessa proteção (Maia *et al.*, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a gestão ambiental de empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE, considerando o licenciamento, o monitoramento e a fiscalização ambientais no período de 2013–2023.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento do quantitativo de carciniculturas licenciadas no órgão ambiental competente (estadual ou municipal) no município de Acaraú-CE no período de 2013-2023, analisando as variações na regularidade do licenciamento;
- Analisar a localização georreferenciada das carciniculturas com processos de licenciamento ambiental no período proposto, considerando sua proximidade e possível ocupação em relação às Áreas de Preservação Permanente (APP) de manguezais e recursos hídricos no município de Acaraú-CE;
- Enumerar o número de processos referentes aos Programas de Automonitoramento de efluentes líquidos gerados pelos empreendimentos de carcinicultura com processos de licenciamento ambiental na SEMACE para o citado município no período proposto, verificando o número de empreendimentos regulares e irregulares quanto ao automonitoramento dos efluentes;
- Quantificar o número de Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMAs) apresentados pelos empreendimentos de carcinicultura com processos de licenciamento na SEMACE para o município de Acaraú-CE no período proposto, verificando a regularidade na entrega desses relatórios e o número de empreendimentos que apresentaram Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) nos processos de licenciamento;
- Identificar o número de empreendimentos de carcinicultura que apresentaram Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) para áreas de supressão vegetal irregulares em Áreas de Preservação Permanente (APP) de manguezais e/ou recursos hídricos, verificando a execução dos cronogramas de recuperação das áreas;
- Caracterizar as denúncias referentes aos empreendimentos de carcinicultura atendidas pela

SEMACE no município no período proposto, especificando o número de denúncias, os tipos de infrações ambientais cometidas e os documentos administrativos emitidos (auto de infração, termo de embargo/interdição, termo de apreensão/depósito, notificação, etc.), incluindo infrações possivelmente praticadas diretamente no ecossistema manguezal e suas feições.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Manguezais: definições e legislação ambiental

Os manguezais são ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes terrestre e aquático, localizados em áreas de baixas altitudes na zona intermareal de regiões tropicais e em transição para as subtropicais, frequentemente associados a sistemas estuarinos (Giri *et al.*, 2011).

Cabe ressaltar que o termo manguezal é utilizado para caracterizar comunidades florestais localizadas em áreas costeiras, sendo um ecossistema formado pela interação entre fatores bióticos, como populações de plantas, animais e microrganismos, e fatores abióticos (Schaeffer-Novelli, 2018). Já o termo mangue se refere à vegetação arbórea típica desse ecossistema e das planícies fluviomarinhas (Oliveira, 2017), composta por espécies de plantas superiores com características morfológicas e fisiológicas adaptadas a condições específicas, como variações de salinidade, baixo nível de oxigênio dissolvido e solos inconsolidados (Souza *et al.*, 2018).

A complexidade estrutural dos manguezais depende de condições edáficas, topográficas, climáticas, hidrológicas e oceanográficas, sendo máxima em áreas próximas à Linha do Equador. Segundo Walsh (1974), os principais fatores limitantes e determinantes para o desenvolvimento desse tipo de ecossistema são os seguintes: temperatura do ar superior a 20°C; amplitude térmica inferior a 5°C; existência de correntes oceânicas quentes; áreas abrigadas livres da ação de ondas fortes; zona costeira com pouca variação de declividade, facilitando o fluxo e refluxo das marés; presença de água salina; grande amplitude de maré e substrato lodoso rico em matéria orgânica.

O solo dos manguezais é inconsolidado, com aspecto lodoso/lamacento, rico em matéria orgânica em processo de decomposição microbiana por bactérias e fungos (Souza *et al.*, 2018). Esse sedimento possui alta salinidade determinada pela ação do regime de marés que adentram esse ecossistema, baixa acidez e pouco oxigênio dissolvido, sendo periodicamente submerso pelas marés (Schaeffer-Novelli, 2018). A constituição mineral desse solo é formada por produtos do intemperismo de rochas de diferentes naturezas, associados ao material vulcânico, granítico, gnáissico ou sedimentar, associados a restos de plantas e de animais, trazidos de outros ambientes pela ação das ondas, ventos, correntes litorâneas e pelo fluxo dos rios (Quiñones *et al.*, 2000).

De acordo com Souza *et al.* (2018), devido à baixa concentração de oxigênio

dissolvido no solo e na água desses ambientes periodicamente submersos, os microrganismos do sedimento realizam a decomposição de matéria orgânica utilizando compostos de enxofre, tais como o sulfato encontrado em abundância na água do mar que entra pela ação das marés, produzindo no metabolismo anaeróbio gases como o sulfeto de hidrogênio (H_2S), fato que determina o odor característico dos manguezais.

Os manguezais também são caracterizados pela existência de detritos orgânicos em suspensão nas águas, compostos principalmente por fragmentos de folhas, galhos, frutos, sementes e propágulos vegetais de mangue, formando a base alimentar de diversas espécies de animais aquáticos, tais como caranguejos, camarões, moluscos e peixes marinhos e de água doce (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2018; Souza *et al.*, 2018).

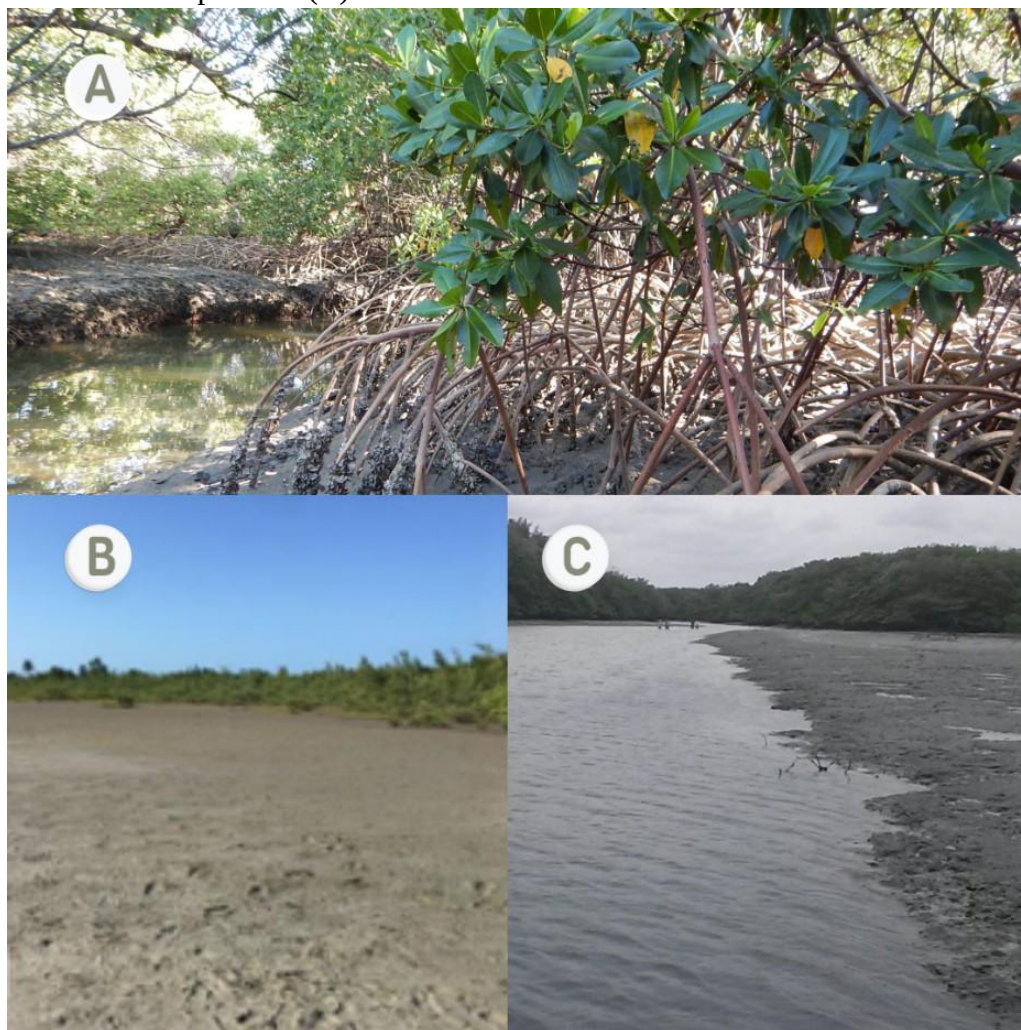
Devido à elevada capacidade de produção, armazenamento e exportação de matéria orgânica pelos manguezais (Souza *et al.*, 2018), esse ecossistema costeiro possui uma biodiversidade animal, vegetal e de microrganismos expressiva e importante para o equilíbrio da zona costeira em todo o planeta. Segundo Souza *et al.* (2018), as teias alimentares dos manguezais são importantes para a produção de matéria orgânica e manutenção da biodiversidade.

Schaeffer-Novelli (2018) descreve que a matéria orgânica vegetal e animal em decomposição por bactérias e fungos serve como base de nutrientes para microalgas bentônicas (algas clorofíceas, diatomáceas, entre outras) para a produção de biomassa para o manguezal e para outros ecossistemas adjacentes, as quais alimentam larvas e fases juvenis de peixes, crustáceos e moluscos, seguindo até os predadores de topo da cadeia alimentar, como alguns mamíferos, aves e peixes.

Conforme Bernardino *et al.* (2022), o Brasil possui a segunda maior extensão global de florestas de mangue do mundo, com 11.400 km², perdendo somente para a Indonésia.

O ecossistema manguezal possui três feições características: lavado, bosque de mangue e apicum, também conhecido como salgado ou planície hipersalina (Figura 2). A feição lavado ocupa as áreas em contato direto com os estuários e áreas costeiras, sendo bancos de lodo formados por deposição de sedimentos de origem marinha e terrestre, sendo o lavado colonizado por microalgas bentônicas que realizam a produção de biomassa pelo processo fotossintético (Schaeffer-Novelli, 2018).

Figura 2 — Feições do ecossistema manguezal. (A) Bosque de mangue; (B) Apicum e (C) Lavado.



Fonte: Autor (2025).

A biodiversidade vegetal dessa feição do manguezal é representada por plantas herbáceas tais como gramíneas do gênero *Spartina* sp. (capim-praturá), as quais participam por meio de suas raízes do processo de fixação de sedimentos finos (argila) e de propágulos vegetais de outras espécies no solo (Schaeffer-Novelli, 2018).

Em relação à fauna característica dessa feição lavado, Schaeffer-Novelli (2018) descreve espécies de animais invertebrados como os moluscos bivalves *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767), conhecido como chumbinho, búzio ou vôngole, *Tagelus plebeius* ([Lightfoot], 1786), conhecido como unha-de-velho, e *Phacoides pectinatus* (Gmelin, 1791), conhecida como lambreta, além de outros animais invertebrados que servem de base alimentar para aves residentes e migratórias que podem ocupar essa feição.

A feição bosque de mangue é representada por espécies vegetais arbustivas e arbóreas

características do ecossistema manguezal. Segundo Tomlinson (2016), as espécies de vegetais superiores constituintes dos bosques de mangue podem ser classificadas em: i) verdadeiras ou típicas, caracterizadas por espécies halófitas facultativas, adaptadas às variações de marés e alta salinidade ii) facultativas ou de transição, as quais ocorrem na área mais alta do manguezal, na interface com a vegetação terrestre inundada pelas marés. Dessa forma, a flora dos manguezais é constituída por um pequeno número de espécies características desse ecossistema e de espécies associadas, que podem ocorrer em outras formações litorâneas. Essa vegetação possui uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas que tornam esses ambientes funcional e estruturalmente únicos, que incluem raízes aéreas e de sustentação, estratégias de exclusão e compartimentalização de sais minerais e viviparidade (Tomlinson, 2016; Duke, 2017).

Na América, as espécies de mangue estão distribuídas em quatro gêneros: *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia* e *Pelliciera* (Duke, 2017). No Brasil, ocorrem seis espécies vegetais verdadeiras de mangue: *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* e *Rhizophora harrisonii* (Schaeffer-Novelli, 2018). Entretanto, recentemente, foi registrada nos manguezais de São Paulo a espécie *Sonneratia apetala*, o mangue-maçã, nativo do sudeste asiático e até então desconhecido no Brasil e sem registros em toda a América do Sul (Eysink *et al.*, 2023).

Os apicuns são uma feição integrante do ecossistema manguezal, situados entre os bosques de mangue e a terra firme, caracterizando-se como um estágio sucessional desse ambiente (Hadlich; Ucha, 2009; Oliveira, 2017). Compostos por depósitos de areia de granulometria fina, localizam-se na porção mais interna do manguezal, na interface médio-supralitoral. Esses ambientes apresentam alta salinidade e intensa insolação (Lebigre, 2007). Além disso, são geralmente desprovidos de vegetação vascular, podendo, no entanto, abrigar vegetação herbácea (Hadlich; Ucha, 2009).

No aspecto da legislação ambiental brasileira, conforme a Lei Federal de Proteção das Florestas e da Vegetação Nativa, conhecida também como Novo Código Florestal (Art. 3º, inciso XV da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), apicuns são definidos como: “áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entremarés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias, que apresentam salinidade superior a 150 (cento e cinquenta) partes por 1.000 (mil), desprovidas de vegetação vascular” (BRASIL, 2012).

A feição denominada “salgado” é frequentemente considerada, por diversos pesquisadores, como sinônimo de apicum (Maia *et al.*, 2019; Rosario *et al.*, 2018; Santos; Furlan,

2021). No entanto, a legislação brasileira distingue esses termos, tratando-os como elementos distintos. Dessa maneira, segundo o Art. 3º, inciso XIV da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, salgados ou marismas tropicais hipersalinos são definidos como: “áreas situadas em regiões com frequências de inundações intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 (cem) e 150 (cento e cinquenta) partes por 1.000 (mil), onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica” (BRASIL, 2012).

O manguezal é um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, desempenhando um papel fundamental na provisão de diversos bens e serviços ecossistêmicos (Alongi, 2008). Segundo Donato *et al.* (2011), os manguezais ocupam a segunda posição em termos de produtividade primária bruta, perdendo somente para os ecossistemas marinhos de recifes de corais.

Entre os principais serviços ambientais, destacam-se a proteção da linha de costa contra a ação das ondas e dos ventos, o sequestro de carbono por meio da fotossíntese, que contribui para a mitigação da emissão dos gases de efeito estufa (Gases de Efeito Estufa (GEE)), e o fornecimento de recursos naturais utilizados na pesca, silvicultura, apicultura, fitoterapia, além de atividades humanas como recreação e turismo (Saenger, 2002; Rengel, 2013; Owuor *et al.*, 2024; Hayashi *et al.*, 2019). Além disso, os manguezais possuem importância socioeconômica e ecológica, criando condições favoráveis para alimentação, abrigo, proteção contra predadores e reprodução de diversas espécies estuarinas e marinhas, muitas delas de interesse comercial (Amaral *et al.*, 2010).

Segundo a Avaliação Ecológica do Milênio da Organização das Nações Unidas (Almeida; Júnior, 2018), os serviços ecossistêmicos de manguezais são classificados em quatro categorias: provisão (alimentos e fibras, combustível, madeira, materiais de construção, recursos médicos, fármacos, etc.); regulação (regulação climática, proteção contra enchentes, tempestades e secas, prevenção de erosão e assoreamento, sequestro de carbono, controle biológico de doenças, proteção contra a ação dos ventos, das ondas e do avanço das marés, fixação de dunas, etc.); suporte (ciclagem de nutrientes, formação do solo, produção primária, manutenção da diversidade genética, dispersão de sementes, conectividade de paisagens, exportação de biomassa, etc.); e culturais (recreação, turismo, benefícios psicológicos, identidade cultural, valores estéticos, paisagísticos, espirituais, religiosos, educacionais, científicos, etc.) (Almeida; Júnior, 2018).

Conforme o estudo bibliométrico desenvolvido por Bimrah *et al.* (2022), a análise de 76 artigos científicos identificou 26 serviços ecossistêmicos fornecidos pelos manguezais,

evidenciando uma forte relação entre esses serviços e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Essa identificação e categorização são fundamentais para que planejadores de políticas públicas embasem suas decisões em nível local, promovendo a integração dos benefícios dos manguezais e sua conservação participativa na implementação dos ODS.

A extensão global dos ecossistemas manguezais vem diminuindo. De acordo com a lista vermelha de ecossistemas da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), 50% dos manguezais mundiais estão em risco de colapso (IUCN, 2024). Para Bunting *et al.* (2022), nos últimos 50 anos foi evidenciada uma perda líquida global de manguezais de 3,4%, uma redução global de 5.245 km² no período de 1996 a 2020, sendo o desmatamento e a erosão costeira as principais causas. Segundo Goldberg *et al.* (2020), a taxa de perda global estimada de cobertura de manguezais varia entre 0,16% e 0,39%. Conforme esse estudo, baseado em mapeamentos com resolução espacial de 30 m, estimou-se que 62% das perdas globais de manguezais entre os anos 2000 e 2016 resultaram de impactos das mudanças climáticas e processos de mudança no uso da terra, principalmente por meio da conversão dessas áreas para aquicultura e agricultura, determinando perda de biodiversidade de flora e fauna (Goldberg *et al.*, 2020). Já para Almeida; Coelho Júnior (2018), os manguezais estão sendo degradados a taxas variando entre três e cinco vezes maiores que as médias estimadas para outros tipos florestais.

Os impactos ambientais nos ecossistemas manguezais podem ser ocasionados tanto por fenômenos de origem natural quanto antrópica. As causas de origem natural estão relacionadas à elevação do nível do mar, ocorrência de furacões, tempestades, geadas, mudanças na trajetória de rios e hipersalinidade (Field, 1995; Ramirez-Garcia *et al.*, 1998). Enquanto, de acordo com Akram *et al.* (2023), o desenvolvimento costeiro, a expansão da aquicultura, o desmatamento, as mudanças climáticas e outras implicações relacionadas, como a eutrofização, o aumento da incidência de doenças e a poluição ambiental, são os principais fatores de origem antrópica que ameaçam a sustentabilidade ambiental dos ecossistemas manguezais.

O desmatamento da vegetação característica dos manguezais também é um dos principais impactos antrópicos sobre esses ecossistemas, sendo impulsionado, sobretudo, pela expansão da aquicultura, da urbanização e da agricultura (Kauffman *et al.*, 2018). Essas atividades resultaram na perda de mais de 35% dos manguezais em todo o mundo nas últimas duas décadas (Friess; Sidik, 2020).

Em relação aos impactos ambientais decorrentes das mudanças climáticas globais

observadas nos últimos anos, Godoy e Lacerda (2021) destacam que os manguezais estão se expandindo em direção a regiões de latitudes mais altas devido ao aquecimento global. Ao mesmo tempo, nas planícies costeiras de baixa altitude, esses ecossistemas estão migrando e se estendendo para o interior continental em resposta à elevação do nível do mar (Godoy; Lacerda, 2015). No entanto, a intensidade dessa migração como estratégia adaptativa às mudanças climáticas depende de diversos fatores, como precipitação anual, temperatura, regime de marés e ondas, aumento da salinidade e intrusão salina nos aquíferos subterrâneos (Godoy; Lacerda, 2015).

Diante desse contexto de diversos impactos ambientais negativos nos manguezais, algumas medidas de manejo devem ser aplicadas nesse tipo de ecossistema. Hendarto e Yuniwati (2024) descrevem três componentes principais para um gerenciamento eficaz dos serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade dos recursos naturais costeiros: a consciência social sobre a proteção de manguezais; a utilização econômica por meio do plantio de vegetação de mangue; e o estabelecimento de áreas protegidas para conservação desses ecossistemas.

Badola, Barthwal e Hussain (2012), em um estudo realizado na Índia com comunidades tradicionais que dependem da conservação das florestas de mangue para sua subsistência, sugerem que a implementação de alternativas sustentáveis de renda, como iniciativas tais como a Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) e o pagamento por serviços ecossistêmicos, podem fortalecer o engajamento dessas populações na conservação dos manguezais.

Percebe-se, assim, que os principais desafios para o manejo eficaz dos manguezais incluem conflitos pelo uso e ocupação do solo, a falta de sensibilização da comunidade, políticas e estruturas governamentais inadequadas, além da ausência de ações regulatórias mais restritivas e rigorosas (Arkham *et al.*, 2023).

O primeiro diploma legal a definir manguezal foi a Resolução CONAMA nº 4, de 15 de setembro de 1985, definindo da seguinte maneira:

Art. 2º – Para efeitos dessa Resolução são estabelecidas as seguintes definições: manguezal – ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés, localizadas em áreas relativamente abrigadas e formado por vasas lodosas recentes às quais se associam comunidades vegetais características (BRASIL, 1985).

Posteriormente, a Resolução CONAMA nº 10, de 01 de outubro de 1993, fez uma nova definição de manguezal (Brasil, 1993), semelhante à definição da resolução anterior no que se refere às características abióticas do ecossistema. No entanto, englobou na definição o caráter

de descontinuidade da ocorrência do ecossistema em relação à vegetação herbácea e arbórea, além do alcance de sua ocorrência no país (do Amapá a Santa Catarina). Entretanto, associou o manguezal apenas à presença de uma fisionomia vegetal de bosque de mangue, não englobando o apicum e o lavado, as duas feições integrantes do ecossistema manguezal que não apresentam colonização pela vegetação de bosque de mangue (Rosário; Abuchahla, 2018).

Em seguida, a Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002), em seu Artigo 2º, inciso IX, ao apresentar uma nova definição de manguezal, determinou que a ocorrência desse ecossistema não depende da existência da vegetação típica de bosque de mangue, apesar de também não ter definido de forma clara as três feições componentes (lavado, bosque de mangue e apicum). Entretanto, no Artigo 3º, inciso X, essa resolução indica claramente que o manguezal é considerado Área de Preservação Permanente (APP) em toda a sua extensão, mantendo a proteção legal conferida pela Lei nº 4.771 de 1965, lei de proteção das florestas e da vegetação nativa vigente nesse período (Rosário; Abuchahla, 2018).

A Constituição Federal do Brasil de 1988 determinou, em seu Art. 225, §4º, a proteção legal da zona costeira e a preservação dos seus recursos naturais, incluindo dessa forma o ecossistema manguezal, tendo em vista a sua localização na zona costeira (Brasil, 1988). Conforme Nascimento (2007), esse Art. 225 da CF de 1988 definiu limites de exploração e ocupação do solo, de modo a preservar os recursos ambientais existentes nesses ecossistemas naturais, ao definir a zona costeira do Brasil como patrimônio nacional.

Além disso, segundo Rosário e Abuchahla (2018), a Constituição Federal de 1988 também protege, nesses mesmos dispositivos, a vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, estabelecendo esse bioma como “patrimônio nacional”, sendo que a promulgação posterior do Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993 (Brasil, 1993), revogado pelo Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008 (Brasil, 2008), estabeleceu o manguezal como um dos ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica, conferindo-lhe proteção equiparada.

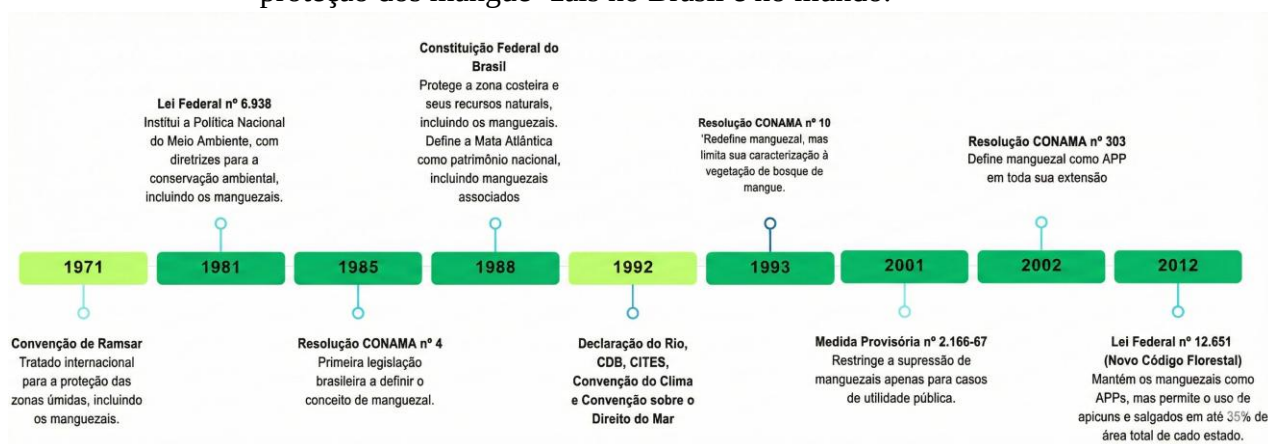
O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), definido pela promulgação da Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, estabelece, em seu Art. 3º, inciso I, a necessidade de definição de zoneamento de uso e atividades da zona costeira, incluindo a proteção e conservação dos manguezais (Brasil, 1988).

De forma sintética, os manguezais constituem Áreas de Preservação Permanente, legalmente protegidas por legislação federal e passíveis de conservação em toda a sua extensão. Compete ao poder público, nos níveis federal, estadual e municipal, zelar por sua integridade,

assegurar a manutenção de sua qualidade ambiental e promover a recuperação em casos de degradação.

A proteção dos manguezais como zonas úmidas tem despertado crescente preocupação tanto no âmbito internacional quanto nacional, especialmente a partir da década de 1970 (Rosario; Abuchahla, 2018). Historicamente, a inserção da tutela jurídica desse ecossistema na legislação brasileira ocorreu por meio de diversas normativas legais e infralegais ao longo do tempo (Rosario; Abuchahla, 2018) (Figura 3).

Figura 3 — Linha do tempo com marcos legais e ambientais relacionados à proteção dos manguezais no Brasil e no mundo.



Fonte: Autor (2025).

A Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional de 1971 (Convenção de Ramsar) foi um dos primeiros tratados internacionais para proteção da biodiversidade das zonas úmidas, especialmente os ambientes de vida de aves aquáticas, incluindo os manguezais (Rosario; Abuchahla, 2018).

A Convenção sobre o Patrimônio Mundial Cultural e Natural, promovida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em 1972, representou um marco significativo ao estabelecer um esforço internacional para a identificação, proteção e preservação de locais de valor universal excepcional, tanto do ponto de vista cultural quanto natural. Essa iniciativa foi fundamental para a conservação da biodiversidade e do patrimônio da humanidade (UNESCO, 1972).

Além dessa convenção, Maia *et al.* (2019) citam que a Declaração do Rio (1992), a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) de 1992, a Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), a Convenção

sobre Mudança do Clima e a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar são outras importantes normativas internacionais que buscam a preservação da biodiversidade da zona costeira.

Historicamente, é importante ressaltar que o estabelecimento da proteção de florestas e demais formas de vegetação nativa, especialmente das Área de Preservação Permanente (APP), teve início com a promulgação do Decreto nº 23.793/1934 (Código Florestal), o qual engloba, em seu Art. 4º, alínea a), entre as florestas protetoras, as que conservam o regime das águas (Brasil, 1934).

A Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Novo Código Florestal), protegia todas as formas de vegetação do território nacional, sendo que essa lei estabeleceu, expressamente, no seu Art. 2º, as Áreas de Preservação Permanente (APP), incluindo entre elas o manguezal (Brasil, 1965). De forma mais restrita e protetiva, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, estabeleceu no parágrafo 5º que a supressão do mangue somente poderia ser autorizada em caso de utilidade pública (Brasil, 2001). No entanto, tanto essa Medida Provisória quanto o Código Florestal anterior foram revogados pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, lei de proteção da vegetação nativa (Novo Código Florestal), atualmente em vigor (Brasil, 2012).

O Novo Código Florestal, em seu Artigo 4º, inciso VI, apresenta as restingas como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues como Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Brasil, 2012). Essa legislação federal indicou a existência da proteção da vegetação nativa associada, embora não haja proteção de forma explícita das demais feições naturais presentes no ecossistema manguezal (Albuquerque *et al.*, 2015).

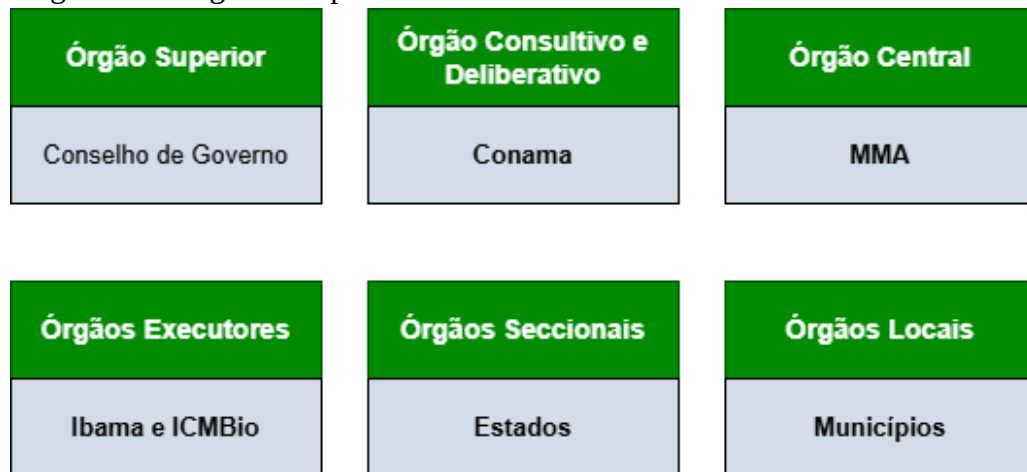
O inciso VII do mesmo artigo supracitado também estabelece “os manguezais em toda a sua extensão” como Áreas de Preservação Permanente (APPs), não sendo passíveis de exploração ou utilização. No entanto, permite a utilização de suas feições, apicum e salgado, desde que a área total ocupada no estado não ultrapasse 35% de sua extensão (Brasil, 2012). Conforme citado por Maia *et al.* (2019), o Novo Código Florestal apresenta os conceitos legais de salgados e apicuns como feições distintas, o que diverge do entendimento científico. Essas falhas conceituais na legislação podem gerar interpretações equivocadas, facilitando a conversão dessas áreas para outros usos e comprometendo a conservação desse ecossistema (Rosario; Abuchahla, 2018; Maia *et al.*, 2019; Santos; Furlan, 2021).

A Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a qual estabelece a Política Nacional

do Meio Ambiente (PNMA), representa outra legislação que se relaciona de forma indireta com a proteção dos manguezais, tendo em vista que permite, por meio dos seus objetivos, diretrizes e instrumentos práticos, a proteção e conservação do meio ambiente e dos recursos naturais, incluindo os manguezais (Brasil, 1981).

A Política Nacional do Meio Ambiente designou também os instrumentos de gestão e fiscalização ambiental, bem como estabeleceu o arranjo institucional para permitir gestão ambiental descentralizada, a exemplo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) (Figura 4), determinando os órgãos e entidades do Poder Público, em suas três esferas de atuação, que seriam responsáveis pela proteção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental (Brasil, 1981). Dentre estes, citam-se: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo; o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) como órgão central; o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), como órgãos executores da política nacional de meio ambiente; os órgãos ambientais estaduais como órgãos seccionais responsáveis pela execução da política no âmbito estadual; e as entidades ambientais municipais como órgãos locais de execução da política ambiental (Brasil, 1981).

Figura 4 — Órgãos componentes do SISNAMA

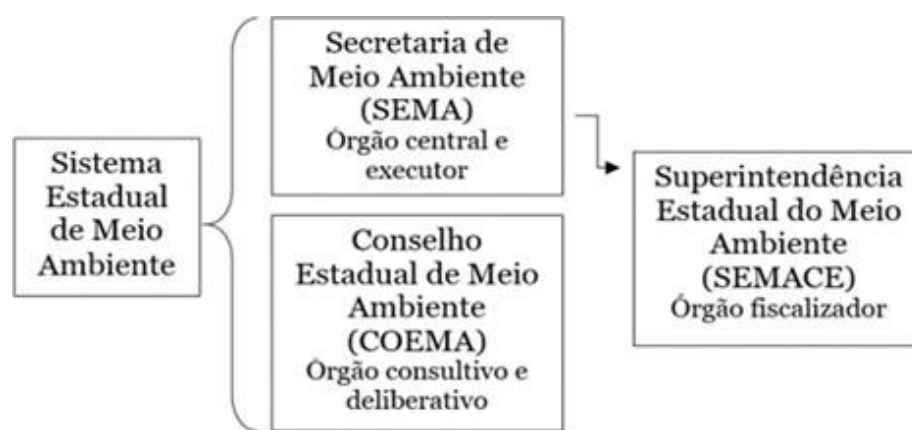


Fonte: Autor (2025).

A formulação e execução da política ambiental no estado do Ceará são realizadas pelos órgãos que compõem o Sistema Estadual do Meio Ambiente (SIEMA) (Figura 5), instituído pela Lei Complementar nº 231, de 13 de janeiro de 2021 (Ceará, 2021). Atualmente, o sistema é composto pela Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA), criada pela Lei Estadual nº 15.773, de 10 de março de 2015 (Ceará, 2015), responsável pela elaboração e

implementação das políticas ambientais; pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará (COEMA), criado pela Lei Estadual nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987 (Ceará, 1987), órgão colegiado que assina a execução das políticas; e pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), também criada pela Lei nº 11.411/1987, autarquia vinculada à SEMA, responsável pelo monitoramento, fiscalização e licenciamento ambiental (Cabral; Maia, 2020) (Figura 5).

Figura 5 — Órgãos integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente (SIEMA) no estado do Ceará.



Fonte: Autor (2025).

3.2 Impactos ambientais da carcinicultura

A aquicultura, prática de cultivo em cativeiro de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, se dá total ou parcialmente em meio aquático, tem suas origens na Antiguidade, com registros na China e no Egito, onde espécies como carpa e tilápia eram criadas (Siqueira, 2017; Brasil, 2009). Embora tradicional, seu desenvolvimento se acelerou nas últimas décadas, especialmente no Brasil a partir da década de 1990, com destaque para a produção de moluscos bivalves nas regiões Sul e Sudeste, e de camarões marinhos nas regiões Norte e Nordeste (Barbieri *et al.*, 2014).

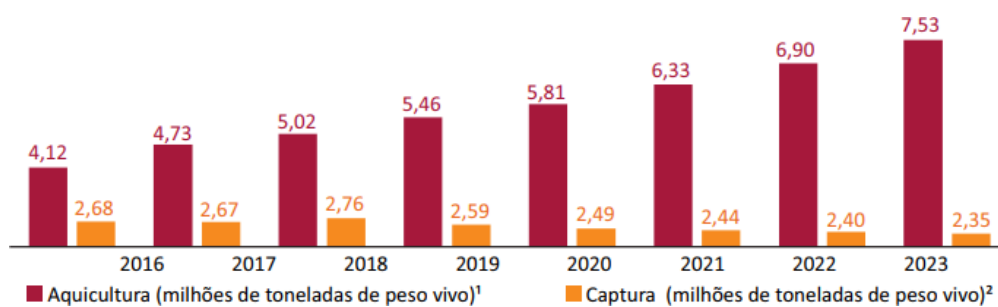
Dentre as várias modalidades de cultivo de organismos aquáticos em cativeiro (piscicultura, malacocultura, algicultura, entre outros), a carcinicultura, nomenclatura técnica para criação de camarões marinhos e de água doce, é uma das atividades mais desenvolvidas e de alta produção (SEBRAE, 2018). Enquanto a produção aquícola total mundial foi de aproximadamente 87,5 milhões de toneladas de peso vivo no ano de 2020, a produção total da

carcinicultura foi de aproximadamente 6,8 milhões de toneladas no mesmo ano (FAO, 2022).

A pesca mundial de camarão tem sido reduzida a uma taxa anual de $-1,82\%$ entre os anos de 2016 e 2020, enquanto o cultivo de camarão em cativeiro cresceu a uma taxa anual de $8,99\%$ no citado período, sendo a estimativa da produção mundial de camarão de 7,53 milhões de toneladas no ano de 2023, conforme dados do relatório *A Situação Mundial da Pesca e Aquicultura*, publicado pela FAO em 2022 com base em dados do ano de 2020 (FAO, 2022). Neste contexto, a Figura 6 ilustra a variação na produção mundial de camarão branco, comparando-a com a captura pesqueira de diferentes espécies de camarões no período de 2016 a 2022, incluindo a estimativa para 2023.

Segundo dados da FAO (2022), as principais espécies de crustáceos cultivadas no mundo são *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798), *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1853) e *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Dentre elas, a espécie mais cultivada é *P. vannamei*, também conhecida como camarão-cinza, originária da costa sul-americana do Oceano Pacífico. Com desempenho zootécnico superior ao de outras espécies, *P. vannamei* já conta com um pacote tecnológico consolidado em vários países (FAO, 2022; Moles; Bunge, 2002) (Figura 6).

Figura 6 — Gráfico da variação da produção mundial de camarão branco em comparação à captura pesqueira de diferentes espécies de camarões entre 2016 e 2022, com estimativa para 2023.

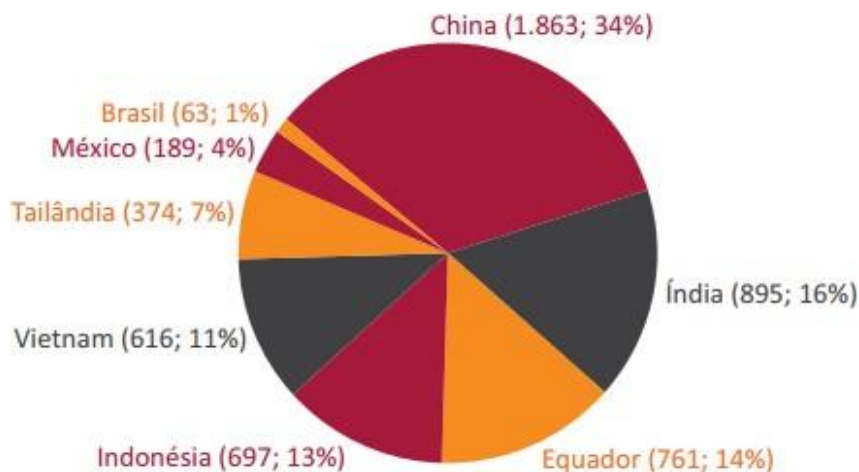


Fonte: Autor (2025).

A China é o maior produtor dessa espécie de camarão, com um total de 1,86 mil toneladas, correspondente a 34% do volume mundial produzido no ano de 2020, seguido pela Índia e pelo Equador (FAO, 2022) (Figura 7). Enquanto isso, os Estados Unidos, os países da União Europeia (UE) e o Japão são os maiores importadores, sendo a maior parte dessa produção oriunda de países como Índia, Indonésia, Tailândia e Vietnã (Ximenes; Vidal, 2023).

Observa-se, conforme a Figura 7, que no âmbito da América Latina o Equador

Figura 7 — Gráfico dos principais países produtores da espécie de camarão marinho *Penaeus vannamei* e sua produção em toneladas no ano base de 2020.



Fonte: Autor (2025).

possui uma produção em toneladas de camarão, no ano de 2020, superior à do Brasil, ocupando a terceira posição mundial. Entretanto, essa produção elevada ocorreu por meio de incentivos governamentais que promoveram a destruição de florestas de mangue (FAO, 2022). Vale destacar também que, conforme o Boletim WRM 254 do Movimento Mundial pelas Florestas Tropicais (WRM, 2021), em 2018 havia no Equador 1.481 empresas de camarão distribuídas entre 230 mil e 260 mil hectares de áreas de manguezais destruídos, com descargas de efluentes contaminados e violação dos direitos das comunidades coletoras e pescadoras em estuários de mangue.

O cultivo de camarões no mundo começou na década de 1930 na região sudoeste da Ásia e, na década de 1970, no Brasil, quando o governo do Rio Grande do Norte importou a espécie *Penaeus japonicus* (Spence Bate, 1888) para cultivo (Farias, 2016). Segundo Moles; Bunge (2002), além da espécie *P. japonicus*, outras espécies de camarões marinhos da família Penaeidae, exóticas e nativas, foram cultivadas no Brasil na década de 1970, tais como *P. vannamei*, *P. schmitti* (Burkenroad, 1936) e *P. subtilis* (Pérez Farfante, 1967), mas não obtiveram sucesso devido aos baixos índices zootécnicos.

A região Nordeste foi pioneira no desenvolvimento de estudos técnicos que objetivaram a implantação e o desenvolvimento da atividade no país (Ribeiro *et al.*, 2014). Atualmente, a espécie cultivada em cativeiro no Brasil é a *P. vannamei*, introduzida na década de 1980, que contribuiu significativamente para o desenvolvimento da carcinicultura no país, em grande parte

devido à sua rusticidade (fácil adaptação), cultivo com altas taxas de confinamento ou densidade de estocagem (número de animais por área), rapidez no crescimento e tolerância à salinidade (Costa, 2004).

A produção no Brasil atingiu o pico de 90.190 toneladas em 2003, representando um aumento de mais de 2.000% em relação à produção em 1997 e, posteriormente, entre 2004 e 2014, registrou uma produção média de 72.315 toneladas (Rocha, 2017). Entretanto, a partir de 2015, a produção nacional começou a declinar, principalmente devido ao avanço do vírus da Síndrome da Mancha Branca (WSSV), atingindo 41.110 toneladas em 2017 (Rocha, 2018).

Em 2021, segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção brasileira mostrou recuperação, aumentando 91% em relação a 2017 e alcançando 78.637 toneladas; a Região Nordeste foi responsável por 99,7% dessa produção, com o Ceará e o Rio Grande do Norte sendo os estados com maior volume (IBGE, 2022).

Segundo dados do IBGE (2022), a produção total da carcinicultura brasileira em 2022 foi de 113.300.618 kg de camarão adulto, com um valor total de R\$ 2.227.395,81, enquanto a produção total de larvas e pós-larvas foi de 19.422.007 milheiros, com valor de R\$ 260.384.490,00.

Segundo Ximenes e Vidal (2023), a região Nordeste do Brasil foi responsável por 99,71% da produção total de camarão no ano de 2021, com produção total de 78,41 mil toneladas; desse total, o Ceará respondeu por 33,71 mil toneladas (43%) e o Rio Grande do Norte por 21,19 mil toneladas (27,02%).

De acordo com o Censo da Carcinicultura dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí de 2021 (ABCC, 2022), a produção de *P. vannamei* cultivado no Ceará passou de 14.982 toneladas em 2011 para 55.618,50 toneladas em 2021, representando um aumento de 271% em dez anos. No mesmo período, o número de fazendas ativas aumentou 450%, passando de 325 produtores em 2011 para 1.786 em 2021. Ainda segundo o censo, o Ceará possui uma área produtiva de 13.322,52 ha e produtividade média anual de 4,17 toneladas/ha/ano em 2021 (ABCC, 2022).

A Figura 8 ilustra uma imagem de satélite evidenciando os empreendimentos de carcinicultura encontrados no município de Acaraú-CE, que destaca-se entre os municípios produtores no Ceará, além da infraestrutura básica de uma carcinicultura presente no município. Entre os municípios produtores no Ceará destaca-se Acaraú (IBGE, 2022; ABCC, 2022) (Figura

8). Conforme a Associação Brasileira de Criadores de Camarão, em 2021 o município possuía 61 fazendas de camarão ativas, ocupando uma área total de 1.653,10 ha, com produção anual de 5.731,59 toneladas e produtividade média de 3,47 ton/ha/ano. Segundo o censo mais recente, a produção de camarão em Acaraú foi de 6.359.485 kg, com valor de R\$ 100.670.650,00 (IBGE, 2022).

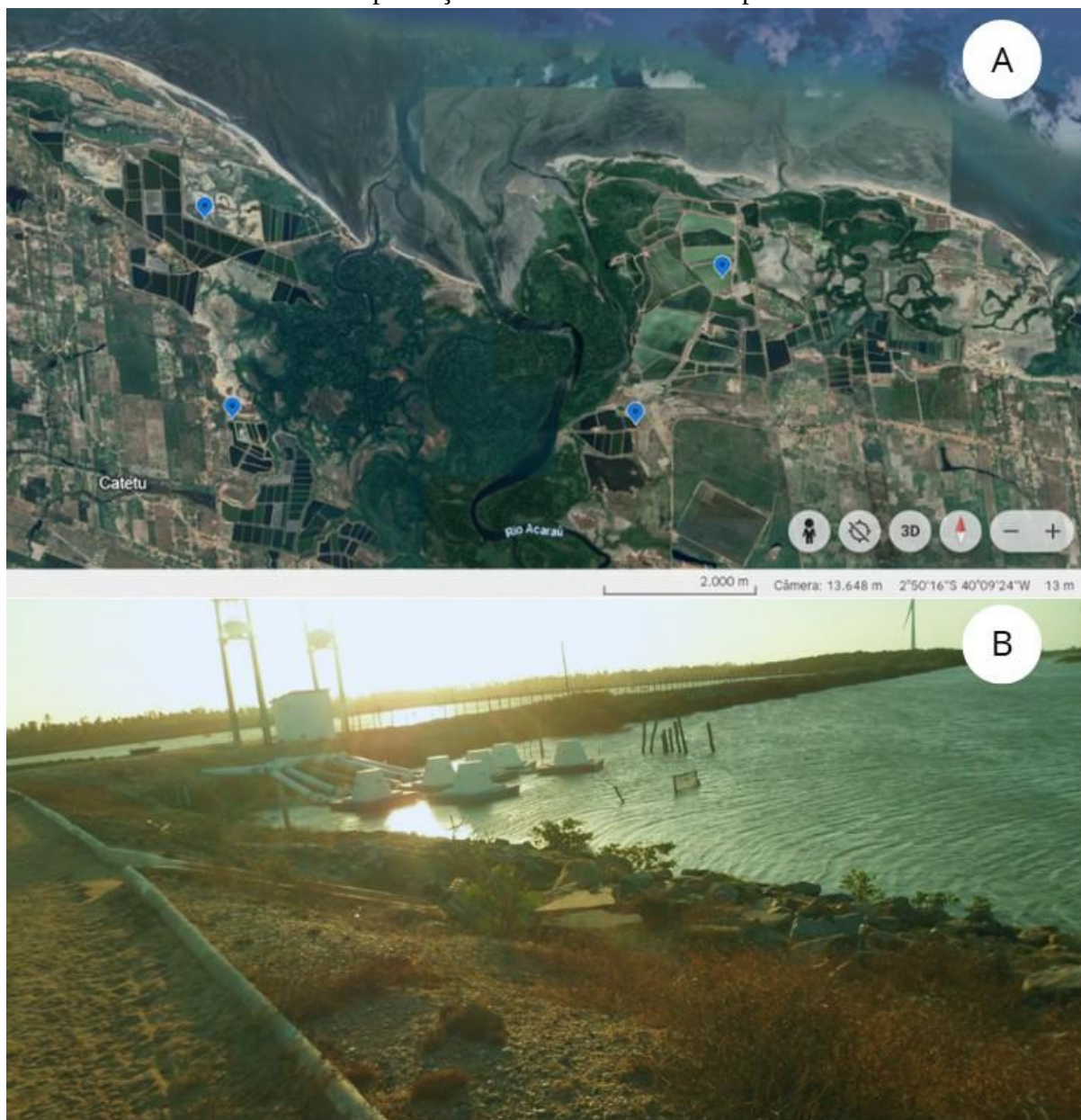
Araújo *et al.* (2018) destacam que um dos principais fatores que colaboram para a expansão da carcinicultura no Brasil é o aumento do número de fornecedores de insumos produtivos, tais como indústrias de ração e medicamentos, laboratórios de desenvolvimento de pós-larvas e centros de processamento industrial. Além desses fornecedores, Tahim, Damaceno e Araújo (2019) mencionam outros elementos fundamentais na cadeia produtiva, tais como probióticos, fertilizantes fosfatados e nitrogenados, vitaminas, geradores de energia elétrica, bombas, medidores de parâmetros físico-químicos e motores. Por sua vez, Freitas *et al.* (2008) e Rocha; Fernandes (2022) destacam a combinação de clima favorável, com temperaturas elevadas, alta umidade relativa do ar e boas condições de solo.

A atividade de carcinicultura pode ser desenvolvida em diferentes regimes de produção, conforme as formas de manejo adotadas nas fazendas. Segundo Ostrensky *et al.* (2017), os sistemas aquícolas podem ser caracterizados com base na densidade de estocagem (número de animais por m²), no aporte de nutrientes, no tipo de alimentação fornecida aos crustáceos e no controle da qualidade da água dos viveiros.

De acordo com o Senar (2017), esses sistemas são classificados em: i) extensivo, com alimentação predominantemente natural, baixa densidade de estocagem, pouca adoção de tecnologias e baixo consumo de ração; ii) semi-intensivo, caracterizado pelo uso de alimentação artificial, baixa a média taxa de estocagem e emprego de pós-larvas provenientes de laboratórios; e iii) intensivo e ultra-intensivo, nos quais a alimentação é totalmente artificial, a densidade de estocagem é elevada e há manejo constante, incluindo o uso de aeração artificial da água.

A Figura 8 ilustra uma imagem de satélite evidenciando os empreendimentos de carcinicultura encontrados no município de Acaraú-CE, além da infraestrutura básica de uma carcinicultura presente no município.

Figura 8 — Carcinicultura em Acaraú, CE. (A) Imagem de satélite destacando algumas das áreas de cultivo e; (B) Fazenda mostrando a infraestrutura utilizada na produção de camarão no município.



Fonte: A – Google Earth, acesso em 13 de fevereiro 2025. B. Acervo Ecomangue (2025)

O Quadro 1 apresenta o resumo dos tipos de sistemas aquícolas existentes no Brasil.

Quadro 1 — Tipos de sistemas aquícolas e suas características principais.

Tipos de sistemas aquícolas	Densidade de estocagem animais/área (nº)	Aporte de nutrientes	Tipo de alimentação
Extensivo	Baixa	Baixo	Natural
Semi-intensivo	Baixa a média	Baixo a médio	Predominantemente artificial
Intensivo / ultraintensivo	Alto	Alto	Totalmente artificial

Fonte: Autor (2025), adaptado de Senar (2017); Ostrensky *et al.* (2017).

No Brasil, a carcinicultura pode ser desenvolvida em dois sistemas de produção: monofásico e bifásico. No sistema monofásico, as pós-larvas, formas juvenis dos camarões após o desenvolvimento larval, são introduzidas diretamente em um único viveiro, onde permanecem até a despesca para comercialização (SEBRAE, 2018; Resende *et al.*, 2019). Já no sistema bifásico, as pós-larvas são inicialmente povoadas em tanques do tipo berçário, onde passam por um período de aclimação de aproximadamente quatro semanas, sendo, em seguida, transferidas para viveiros ou tanques de engorda, onde crescem até atingirem o tamanho e o peso adequados para a despesca (SEBRAE, 2018; Resende *et al.*, 2019).

O Quadro 2 apresenta um resumo dos principais sistemas de produção da carcinicultura no Brasil e no mundo.

Quadro 2 — Tipos de sistemas de produção da carcinicultura e suas características principais.

Tipos de sistemas de produção	Tanques do tipo berçários	Aclimação das pós-larvas	Viveiros de engorda
Monofásico	Ausente	Inexistente	Presente
Bifásico	Presente	Existente	Presente

Fonte: Autor (2025), adaptado de Sebrae (2018); Resende *et al.* (2019).

Os empreendimentos de carcinicultura, de modo geral, contam com uma infraestrutura composta por viveiros de engorda escavados no solo, com declividade entre 0,5% e 1% para facilitar a drenagem da água, e tanques do tipo berçário, onde as pós-larvas passam pela fase de aclimação antes de serem transferidas para os viveiros de engorda. Além disso, possuem canais de abastecimento escavados no solo para a captação de água de rios ou açudes, canais de drenagem ou descarga que permitem o retorno da água aos recursos hídricos superficiais ou sua recirculação, e comportas de alvenaria, com altura entre 2 m e 2,5 m, instaladas em cada viveiro para controle e regulação do nível da água, além de possibilitar o esgotamento completo do sistema (SEBRAE, 2018).

Também fazem parte da infraestrutura de uma fazenda de carcinicultura uma bacia de sedimentação ou outro sistema de tratamento de efluentes, casa de bombas para captação e distribuição da água, e um galpão ou depósito destinado ao armazenamento de insumos, equipamentos e materiais utilizados no cultivo, como ração, cal, fertilizantes, probióticos e antibióticos. Além disso, a atividade exige equipamentos essenciais, como comedouros, redes de pesca do tipo *bagnet*, compressores de ar, telas de proteção, balanças, caixas plásticas e caiaques utilizados na alimentação dos animais (SEBRAE, 2018).

Em relação às práticas e técnicas de manejo, os viveiros de engorda de camarão devem passar por um preparo adequado após a despesca e a retirada da água, incluindo um período de repouso mínimo de uma a duas semanas. Durante esse intervalo, a insolação desempenha papel fundamental na desinfecção de microrganismos, como fungos e bactérias. Em seguida, realiza-se o processo de calagem para corrigir o pH do solo, utilizando calcário calcítico, dolomítico, cal virgem ou cal hidratada.

Além disso, aplica-se cloro para a desinfecção dos microrganismos remanescentes e a eliminação de espécies competidoras (SEBRAE, 2018). Após essa etapa, ocorre a adubação dos viveiros, com a aplicação de calcário e fertilizantes inorgânicos e orgânicos, favorecendo a colonização por diversas espécies de organismos e estimulando a produção de alimento natural para os camarões, como fitoplâncton, zooplâncton, larvas de insetos, anelídeos e moluscos (EMBRAPA, 2021).

O abastecimento de água dos viveiros dos empreendimentos de carcinicultura pode ocorrer por variações nos níveis das marés em ambientes estuarinos, pela captação de água de recursos hídricos superficiais (rios, gamboas, lagos, lagoas, açudes, mar) por meio de bombea-

mento e condução aos viveiros através de canais escavados no solo, ou pela captação de água subterrânea (lençol freático) mediante a instalação de poços (ABCC, 2021).

A bacia de sedimentação é uma importante estrutura de tratamento dos efluentes líquidos durante a despesca, sendo utilizada para decantação dos sólidos suspensos encontrados na água de cultivo. Os efluentes decantados são transferidos para o canal de drenagem e, posteriormente, lançados no corpo hídrico receptor ou recirculados para os viveiros de engorda, reduzindo o risco de contaminação por enfermidades e otimizando o tempo de preparação dos viveiros (ABCC, 2021).

A alimentação dos camarões em cativeiro pode ser natural, na qual os animais se alimentam de microalgas do fitoplâncton, zooplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos, moluscos e outros organismos, ou artificial, mediante o fornecimento de ração balanceada peletizada (ABCC, 2021).

O uso de probióticos, microrganismos vivos adicionados à ração comercial, é importante para um melhor crescimento, desenvolvimento e ganho de peso dos animais, pois aumentam o consumo da ração, melhoram a maturação intestinal, previnem distúrbios intestinais, pré-digerem fatores antinutricionais da ração, auxiliam a microbiota intestinal, garantem resistência a doenças e contribuem para o metabolismo dos camarões (Ring *et al.*, 2020; ABCC, 2021). Ademais, o uso de probióticos na água e no solo dos viveiros auxilia na redução da matéria orgânica por meio de processos oxidativos (EMBRAPA, 2021; ABCC, 2021).

O uso de antibióticos tem a finalidade de prevenir a proliferação de doenças bacterianas, entretanto essa prática não é recomendada por boas práticas de manejo e biossegurança devido ao risco de seleção de cepas bacterianas resistentes (ABCC, 2021). As vitaminas, por sua vez, possuem a função de melhorar a imunidade dos animais (EMBRAPA, 2021).

O metabissulfito de sódio é um antioxidante amplamente utilizado como conservante dos camarões durante a despesca, sendo os animais submetidos a choque térmico em solução de água, gelo e metabissulfito de sódio, evitando a melanose e o escurecimento, além de retardar processos de deterioração (Aragão; Castro; Costa-Lotufo, 2009). Segundo Cruz (2004), o metabissulfito de sódio é um agente redutor que reage com o oxigênio dissolvido na água, formando íons sódio e bissulfito, diminuindo sua concentração e podendo causar a morte de organismos aquáticos por asfixia. No entanto, conforme Nogueira; Rigotto; Teixeira (2009), o uso indiscriminado desse composto resulta em sua liberação no sistema de drenagem, provocando alterações nos parâmetros físico-químicos e comprometendo a qualidade da água de cultivo.

O controle e monitoramento contínuo dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água são essenciais para o desenvolvimento adequado do cultivo de camarão, sendo fatores limitantes da produção. Entre os parâmetros mais relevantes, destacam-se temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, nitrito, nitrato, alcalinidade, dureza, transparência, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sulfeto, condutividade elétrica, materiais sedimentáveis, materiais flutuantes e nitrogênio amoniacal total (Abrunhosa, 2011; Ceará, 2021).

Além disso, a aeração constante da água nos viveiros, independentemente do regime de produção adotado, é fundamental para manter concentrações adequadas de oxigênio dissolvido, garantindo produtividade e evitando limitações no desenvolvimento dos camarões (Abrunhosa, 2011; EMBRAPA, 2021).

O Quadro 3 apresenta um resumo dos principais aspectos técnicos envolvidos no processo produtivo da criação de camarão em cativeiro.

Quadro 3 — Resumo dos principais aspectos técnicos da carcinicultura, envolvendo a infraestrutura, os aspectos produtivos e as práticas de manejo animal.

Aspectos técnicos da carcinicultura	Componentes/funções
1. Infraestrutura	Canal de abastecimento; Canal de drenagem de efluentes; berçários; viveiros de engorda; comportas dos viveiros; diques; bombas de captação de água; depósito de insumos e equipamentos; bacia de sedimentação ou outro STE; entre outros.
2. Aspectos produtivos 2.1 Insumos utilizados 2.2 Materiais/equipamentos	- Ração; fertilizantes; probióticos; cal virgem e cal hidratada; antibióticos, entre outros; - Comedouros; bandejas plásticas; redes; compressores de ar; telas de proteção; balanças; caixas plásticas; caiaques; aeradores; entre outros.

3. Práticas de manejo animal	- Destruição de microrganismos patogênicos e correção do pH antes do início do cultivo;
3.1 Desinfecção e calagem prévia dos viveiros	- Captação de água de rios, gamboas, açudes, lagoas, água subterrânea (lençol freático), entre outros;
3.2 Abastecimento de água dos viveiros	- Povoamento, arraçoamento e cultivo dos camarões jovens com aeração da água;
3.3 Povoamento e cultivo dos animais	- Temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, nitrito, nitrato, alcalinidade, dureza, transparência, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sulfeto, condutividade elétrica, materiais sedimentáveis, materiais flutuantes e nitrogênio amoniacal total;
3.4 Controle de parâmetros físico-químicos da água	- Tratamento físico-químico e microbiológico dos efluentes antes do lançamento em corpo hídrico ou recirculação;
3.5 Tratamento de efluentes em bacia de sedimentação ou outro STE	- Retirada dos camarões adultos com peso mínimo para despesca.
3.6 Despesca dos viveiros	

Fonte: Autor (2025), adaptado de SEBRAE (2018); ABCC (2021); EMBRAPA (2021).

Apesar de a carcinicultura trazer benefícios ambientais, como a possibilidade de ser desenvolvida em pequenas áreas e, assim, reduzir a necessidade de grandes extensões de terra para a produção de alimentos ricos em proteínas, contribuindo para a diminuição da pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais (Siqueira, 2017), sua prática pode gerar impactos ambientais negativos. Esses impactos variam de acordo com o sistema de cultivo (aberto, semiaberto ou fechado), a modalidade de aquicultura (água doce ou salgada), as espécies cultivadas e, principalmente, a densidade de estocagem e o volume de produção (Barbieri *et al.*, 2014).

Maia *et al.* (2019) destacam que os principais impactos ambientais da aquicultura incluem conflitos pelo uso dos recursos hídricos, sedimentação e obstrução de fluxos d'água, eutrofização, descarga de efluentes contaminantes provenientes dos viveiros e poluição causada por resíduos químicos utilizados nas diferentes etapas do cultivo. Além disso, Oliveira (2017) aponta outros impactos significativos, como o desmatamento de mata ciliar e de carnaubais próximos aos manguezais, a extinção de áreas de apicum e salgado, o soterramento de gamboas e canais de maré, o bloqueio do fluxo das marés pelas estruturas dos viveiros, a erosão de taludes,

diques e canais de abastecimento e drenagem, além da perda de áreas destinadas à mariscagem, captura de caranguejos e pesca.

Quadro 4 — Impactos ambientais negativos da atividade de carcinicultura.

Impactos Ambientais negativos	Autores
Desmatamento de vegetação nativa (mata ciliar, mangue, carnaubais)	Oliveira (2017); Nobi, Islam (2021); Barbier <i>et al.</i> (2011); Icmmbio (2018); Freitas <i>et al.</i> (2008); Gesteira (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Extinção de áreas de apicum e salgado	Oliveira (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Soterramento de gamboas, canais de maré e obstrução do fluxo das marés, represamento de rios	Oliveira (2017); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Erosão de taludes, diques, canais de abastecimento e drenagem de viveiros	Oliveira (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Perda de áreas de pesca e mariscagem	Oliveira (2017); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Sedimentação/erosão de margens de rios	Lacerda <i>et al.</i> (2018); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Introdução de espécies exóticas/bioinvasão e perda de biodiversidade nativa	Santos; Coelho (2002); Silva (2022); Cook <i>et al.</i> (2008); Freitas <i>et al.</i> (2008); Favero <i>et al.</i> (2011); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Redução do volume/vazão de água de aquíferos subterrâneos	Tancredo <i>et al.</i> (2011); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Eutrofização e poluição de estuários ou manguezais por descarte de efluentes líquidos e resíduos sólidos	Fonseca; Silva (2021); Gesteira (2017); Tancredo <i>et al.</i> (2011); Favero <i>et al.</i> (2011); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Salinização de reservas de água superficiais e subterrâneas	Favero <i>et al.</i> (2011); Freitas <i>et al.</i> (2008)
Acidificação de oceanos	Lacerda <i>et al.</i> (2024)

Aumento da temperatura do solo e do ar	Lacerda <i>et al.</i> (2024)
--	------------------------------

Fonte: Autor (2025).

Esses dados são corroborados por Nobi e Islam (2021), que, ao analisarem a relação entre a economia da produção de camarão e os impactos ambientais em uma região específica de Bangladesh, observaram que essa atividade aquícola contribui para a destruição de manguezais e ecossistemas costeiros, além de reduzir as oportunidades agrícolas e a renda dos camponeses. Isso ocorre devido à conversão de zonas úmidas e terras agrícolas em áreas de cultivo de camarão.

De acordo com Barbier *et al.* (2011), a atividade de carcinicultura é responsável pela redução da cobertura vegetal de manguezais em aproximadamente 38% em todo o mundo. No Brasil, de forma mais específica, estimou-se que 10,5% da área total de viveiros de carcinicultura é proveniente do desmatamento de manguezais (ICMBIO, 2018). Segundo Lacerda *et al.* (2018), uma parcela desconhecida da cobertura de manguezais foi reduzida devido à abertura de canais para instalação de fazendas de camarão, provocando mudanças na dinâmica hidrológica das planícies costeiras e sedimentação/erosão de riachos e margens de rios.

Além disso, esses autores relatam que fazendas de camarão abandonadas vêm sendo convertidas em áreas de criação de gado, salinas e ocupação humana, em vez de ser realizada a reabilitação da vegetação original dos manguezais anteriormente ocupados por essa atividade (Lacerda *et al.*, 2018).

No que concerne à introdução de espécies exóticas pela atividade de carcinicultura, o primeiro registro de ocorrência do camarão *P. vannamei* em ambiente natural no Brasil ocorreu em 2002, na Baía Formosa e no complexo lagunar Papari/Guaraíras, no estado do Rio Grande do Norte, sendo a provável causa o rompimento de estruturas de viveiros durante o período chuvoso (Santos; Coelho, 2002). Silva (2022, *no prelo*) encontrou indivíduos juvenis dessa espécie exótica no estuário do rio Acaraú, sugerindo que a espécie está se estabelecendo de forma independente das fugas ocasionais dos viveiros da região.

Em relação ao impacto ambiental negativo da introdução de espécies exóticas, Cook *et al.* (2008) e Freitas *et al.* (2008) explicam que a transferência de organismos para regiões onde não possuem distribuição natural e não evoluíram biologicamente caracteriza um processo de bioinvasão, no qual a espécie introduzida apresenta vantagem competitiva sobre as espécies nativas (em disputa por alimento, território ou parceiros reprodutivos), superando barreiras

naturais e se proliferando sem controle, causando redução das populações naturais.

A carcinicultura também pode gerar, nos casos de captação subterrânea de água, a diminuição da quantidade e vazão de água dos aquíferos, que, somada aos baixos índices pluviométricos típicos do clima semiárido, contribui para reduzir o volume de água disponível para usos múltiplos (Tancredo *et al.*, 2011).

As águas oriundas das carciniculturas possuem alta concentração de material orgânico em suspensão e nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, decorrentes de resíduos de ração, excreção, fitoplâncton e fertilizantes. Esse acúmulo gera potencial para eutrofização das águas costeiras, contribuindo para a diminuição da qualidade da água e para a poluição aquática (Tancredo *et al.*, 2011).

A atividade também pode provocar redução da fertilidade dos solos onde são instalados os viveiros (Freitas *et al.*, 2008), salinização de aquíferos e destruição de manguezais (Freitas *et al.*, 2008; Gesteira, 2017). Existe ainda o potencial para poluição de estuários ou manguezais pelo descarte irregular de efluentes durante a despesca e pelo descarte de resíduos sólidos oriundos do beneficiamento do camarão (Fonseca; Silva, 2021; Gesteira, 2017).

Além disso, o uso excessivo do antioxidante metabissulfito de sódio pode gerar impactos ambientais adversos, como a redução da diversidade biológica nos manguezais, a salinização de reservas de água e a eutrofização de corpos hídricos devido ao acúmulo de matéria orgânica (Favero *et al.*, 2011). Também há riscos à saúde dos trabalhadores durante a despesca, uma vez que a diluição do metabissulfito de sódio na água libera dióxido de enxofre (SO₂), um gás potencialmente nocivo.

Quadro 5 — Impactos ambientais negativos da atividade de carcinicultura.

Impactos Ambientais negativos	Autores
Desmatamento de vegetação nativa (mata ciliar, mangue, carnaubais)	Oliveira (2017); Nobi, Islam (2021); Barbier <i>et al.</i> (2011); Icmmbio (2018); Freitas <i>et al.</i> (2008); Gesteira (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Extinção de áreas de apicum e salgado	Oliveira (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Soterramento de gamboas, canais de maré e obstrução do fluxo das marés, represamento de rios	Oliveira (2017); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)

Erosão de taludes, diques, canais de abastecimento e drenagem de viveiros	Oliveira (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Perda de áreas de pesca e mariscagem	Oliveira (2017); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Sedimentação/erosão de margens de rios	Lacerda <i>et al.</i> (2018); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Introdução de espécies exóticas/bioinvasão e perda de biodiversidade nativa	Santos; Coelho (2002); Silva (2022); Cook <i>et al.</i> (2008); Freitas <i>et al.</i> (2008); Favero <i>et al.</i> (2011); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Redução do volume/vazão de água de aquíferos subterrâneos	Tancredo <i>et al.</i> (2011); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Eutrofização e poluição de estuários ou manguezais por descarte de efluentes líquidos e resíduos sólidos	Fonseca; Silva (2021); Gesteira (2017); Tancredo <i>et al.</i> (2011); Favero <i>et al.</i> (2011); Lacerda <i>et al.</i> (2024); Nascimento <i>et al.</i> (2025)
Salinização de reservas de água superficiais e subterrâneas	Favero <i>et al.</i> (2011); Freitas <i>et al.</i> (2008)
Acidificação de oceanos	Lacerda <i>et al.</i> (2024)
Aumento da temperatura do solo e do ar	Lacerda <i>et al.</i> (2024)

Fonte: Autor (2025).

3.3 Gestão Ambiental e Licenciamento de Carciniculturas

As atividades econômicas que possuem, por natureza, a capacidade de gerar impactos no meio ambiente necessitam de controle rigoroso por parte do Poder Público e da coletividade, objetivando um desenvolvimento econômico sustentável. A atividade de carcinicultura, como uma das modalidades de aquicultura, também requer esse controle.

Nesse aspecto, uma gestão ambiental pública e privada adequada para essa atividade econômica é imprescindível. De acordo com Silva *et al.* (2021), a gestão ambiental trata-se de

uma abordagem estratégica que engloba princípios de sustentabilidade, governança ambiental e economia circular, permitindo que entidades e corporações antecipem riscos, aproveitem oportunidades e contribuam para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

No âmbito da Administração Pública, Carvalho *et al.* (2022) definem gestão ambiental pública como o conjunto de diretrizes, mecanismos, práticas e procedimentos institucionais implementados pelo Poder Público nas esferas federal, estadual e municipal, com o objetivo de organizar, normatizar, supervisionar, monitorar e incentivar a utilização equilibrada dos recursos naturais, assegurando a conservação do meio ambiente e a qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

No Brasil, a gestão ambiental é amparada legalmente pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981). Esse diploma legal estabelece que os instrumentos de gestão ambiental devem ser aplicados de forma descentralizada nas esferas federal, estadual e municipal, cabendo a cada uma delas atribuições específicas na formulação e execução das políticas ambientais (Cabral; Maia, 2020). Nesse sentido, pessoas físicas e jurídicas que desenvolvem atividades econômicas, no caso específico, a carcinicultura, devem zelar pela qualidade ambiental, exercendo suas atividades em conformidade com a legislação vigente, controlando os impactos inerentes à atividade e contribuindo para uma gestão ambiental pública eficiente (Cabral; Maia, 2020).

A PNMA estabelece, entre seus princípios, o controle e o zoneamento de atividades potencial ou efetivamente poluidoras, incluindo a carcinicultura, conforme definido pela Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (Brasil, 1997). O Artigo 9º da PNMA define instrumentos práticos de gestão ambiental, como a definição de padrões de qualidade ambiental (inciso I), o licenciamento e a revisão de atividades potencial ou efetivamente poluidoras (inciso IV) e a aplicação de penalidades disciplinares ou compensatórias em caso de descumprimento das medidas de preservação ou correção de degradação ambiental (inciso IX). Tais instrumentos sustentam diretamente os processos de licenciamento, monitoramento e fiscalização de empreendimentos com potencial de poluição, incluindo as carciniculturas (Brasil, 1981).

O arcabouço jurídico brasileiro, especialmente a PNMA, estabelece que a atribuição de estabelecer diretrizes gerais de políticas governamentais de meio ambiente, além de critérios e padrões de qualidade ambiental, é do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no âmbito federal (Brasil, 1981). O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA),

antiga Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, tem as funções de planejar, coordenar, supervisionar e controlar a política nacional e as diretrizes governamentais federais (Brasil, 1981).

A Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, define normas para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum em matéria de proteção ambiental, regulamentando o Art. 23 da Constituição Federal de 1988. No que se refere ao licenciamento ambiental, essa lei define, nos Arts. 7º, 8º e 9º, as responsabilidades de cada ente federado (Brasil, 2011).

Em relação à competência para o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, a Lei Complementar nº 140/2011 estabelece, na alínea “a” do inciso XIV do Art. 9º e no §2º do Art. 18, a possibilidade de os municípios promoverem o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos que causem impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade (Brasil, 2011; Cozer, 2019).

Posteriormente, a Lei nº 15.773, de 10 de março de 2015, redefiniu a gestão ambiental do estado do Ceará, com a criação da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) e a vinculação da SEMACE à SEMA (Ceará, 2015). Por sua vez, a Lei nº 15.798, de 1º de junho de 2015, em seu Art. 3º, estabeleceu, entre outras competências da SEMA, elaborar, planejar e implementar a política ambiental estadual; monitorar, avaliar e executar essa política; e promover articulação interinstitucional ambiental nos âmbitos federal, estadual e municipal (Ceará, 2015). Essa mesma lei vinculou o COEMA à SEMA.

No âmbito do Sistema Estadual do Meio Ambiente, a SEMACE representa o órgão vinculado à SEMA responsável pela execução da política ambiental estadual, atuando nas funções de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos naturais (Ceará, 2015).

Devido ao fato de a carcinicultura representar uma atividade econômica potencialmente poluidora e/ou degradadora da qualidade ambiental, conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (Brasil, 1997), a legislação ambiental brasileira estabeleceu mecanismos de controle dos impactos ambientais gerados.

A Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, define, em seu Art. 1º, inciso I, licenciamento como:

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (Brasil, 1997).

Essa Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, estabelece a necessidade de licenciamento ambiental de carcinoculturas em seu Anexo 1, Atividades ou Empreendimentos Sujeitos ao Licenciamento Ambiental — Uso de Recursos Naturais — Manejo de Recursos Aquáticos Vivos (Brasil, 1997).

O licenciamento ambiental, como instrumento da PNMA, confere aos órgãos ambientais competentes prerrogativas legais para controlar e autorizar atividades potencialmente poluidoras. Entre suas principais atribuições destacam-se a análise de estudos ambientais prévios sobre os impactos e danos potenciais das atividades econômicas, o estabelecimento de condicionantes para a instalação e operação de empreendimentos e a fiscalização do cumprimento das normas ambientais (Cabral; Maia, 2020).

Ademais, a Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de carcinocultura em zona costeira, proibiu a instalação dessa atividade em áreas específicas, como ecossistemas manguezais, e estabeleceu a necessidade de apresentação prévia de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para empreendimentos com área superior a 50 hectares, além da obrigatoriedade de preservação integral de 20% da área total dos empreendimentos (Brasil, 2002).

A Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009, estabelece procedimentos e diretrizes gerais para o licenciamento ambiental de atividades de aquicultura, incluindo a carcinocultura (Brasil, 2009). No entanto, essa resolução não apresenta diretrizes específicas para a carcinocultura em zona costeira, regulamentada pela Resolução CONAMA nº 312/2002, aplicando-se apenas às modalidades em água doce.

A carcinocultura é definida como atividade licenciável em nível federal pela Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (Brasil, 1997), e em nível estadual pela Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará (COEMA) nº 02, de 11 de abril de 2019 (Ceará, 2019).

No âmbito estadual, a Resolução COEMA nº 02/2019 estabelece a necessidade de licenciamento ambiental das carcinoculturas no Anexo 1 — Lista de Atividades Passíveis de

Licenciamento Ambiental no Estado do Ceará. As atividades são classificadas sob os seguintes códigos: 02.01 (Carcinicultura), 02.02 (Carcinicultura — Produção em Tanques Revestidos — sistema fechado com tratamento de efluentes), 02.02 (Carcinicultura — Produção em Tanques Revestidos — Aquicultura) e 02.03 (Carcinicultura — Laboratório de Larvicultura), todas com Potencial Poluidor-Degradador (PPD) classificado como Médio pela resolução (Ceará, 2019).

Conforme o Anexo 3 da Resolução COEMA nº 02/2019, o tipo específico de licença ambiental exigida para cada código de carcinicultura depende da área total de produção. Para carciniculturas em tanques escavados (código 02.01), sem impermeabilização do fundo dos viveiros, o porte é classificado de acordo com a área de produção em hectares, podendo ser Pequeno, Médio, Grande ou Excepcional.

No caso das carciniculturas de tanque revestido (código 02.02), com manta impermeabilizadora no fundo dos viveiros, estas podem operar em regime fechado, com recirculação total dos efluentes e sem lançamento em corpos hídricos receptores (código 02.02 — sistema fechado), ou em regime de recirculação parcial, com destinação de parte dos efluentes a corpos d'água (código 02.02 — Aquicultura). Para o regime fechado, o porte é definido pela área de produção em metros quadrados e pode ser Micro, Pequeno, Médio, Grande ou Excepcional. Para o regime parcial, os portes possíveis são Pequeno, Médio, Grande e Excepcional.

Por fim, as carciniculturas do tipo laboratório de larvicultura (código 02.03) têm o porte determinado pela área útil construída em hectares, podendo ser Micro, Pequeno, Médio, Grande ou Excepcional (Ceará, 2019).

O Quadro 6 apresenta o resumo da classificação dos empreendimentos de carcinicultura conforme a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019.

Quadro 6 — Classificação dos empreendimentos de carcinicultura e suas características de estrutura, área de produção em ha ou m² e classificação do porte, conforme a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019.

Tipos de carcinicultura (Código da COEMA nº 02/2019)	Características estruturais	Área de produção (ha ou m²) ou área útil construída (ha)	Tipos de porte
02.01 – Carcinicultura	Tanques/viveiros escavados em solo natural, sem impermeabilização; sem possibilidade de recirculação de efluentes	Área de produção em hectares (ha)	Pe, Me, Gr e Ex
02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos	Tanques/viveiros escavados em solo natural com impermeabilização (presença de concreto/cimento ou lona impermeabilizante de PEAD ou geomembrana); possibilidade de recirculação parcial dos efluentes; presença ou ausência de sistema de tratamento de efluentes (STE)	Área de produção em m ²	Me, Pe, Gr e Ex

02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos – empreendimentos dotados de regime fechado e sistema de tratamento de efluentes	Tanques/viveiros escavados em solo natural com impermeabilização (presença de concreto/cimento ou lona impermeabilizante de PEAD ou geomembrana); recirculação total dos efluentes no processo; presença de bacia de sedimentação ou outro tipo de STE	Área de produção em m ²	Pe, Me, Gr, Ex
02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura	Tanques/viveiros impermeabilizados (presença de concreto/cimento ou lona impermeabilizante); possibilidade de recirculação parcial ou total de efluentes; existência de STE convencional (filtração, decantação, desinfecção)	Área útil construída em hectares (ha)	Me, Pe, Gr e Ex

Fonte: Autor (2025), adaptado de Ceará (2019).

Importante destacar que a resolução que rege atualmente o licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais no estado do Ceará passou por modificações e revogações ao longo do tempo, especialmente no período de dez anos proposto no estudo (2013–2023). A Resolução COEMA nº 04, de 12 de abril de 2012 (CEARÁ, 2012), e a Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015 (Ceará, 2015), estabeleciam apenas duas categorias de carcinicultura: o código 02.01 — Carcinicultura e o código 02.02 — Carcinicultura — Laboratório de Larvicultura, inexistindo, à época, o código específico para Carcinicultura — Produção em Tanque Revestido, o qual foi introduzido posteriormente pela Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019 (Ceará, 2019).

Ademais, as Resoluções COEMA nº 04/2012 e nº 10/2015 estabeleciam as modalidades de Licença Prévia (LP), seguida da Licença de Instalação e Operação (LIO), tipo de licença definido conforme a Resolução COEMA nº 12, de 29 de agosto de 2002 (Ceará, 2002),

ou o licenciamento ambiental ordinário (LP, LI e LO), a depender da área inundada dos viveiros, medida em hectares (ha). Já a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019, estabelece três categorias distintas de carcinicultura e, além das modalidades já previstas, introduz a Licença Ambiental Única (LAU) para a categoria de laboratórios de larvicultura, inovação inexistente nas resoluções anteriores.

O Quadro 7 apresenta a classificação quanto ao porte e às tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura, conforme o código 02.01 da Resolução COEMA nº 02/2019.

Quadro 7 — Classificação do porte e as tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura.

Carcinicultura (Código 02.01) Potencial Poluidor-Degradador: MÉDIO	Área de produção (ha)			
	Pe**	Me	Gr	Ex
	≤ 10	> 10 ≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100
	C*	F	G	H
* Atividade sujeita a Licença Prévia (LP) e Licença de Instalação e Operação (LIO). ** Nos termos do art. 4º-B, incisos I e II da Lei Estadual nº 14.882, de 27 de janeiro de 2011, alterada pela Lei Estadual nº 18.436, de 25 de julho de 2023, empreendimentos com área menor ou igual a 5 (cinco) hectares serão licenciados mediante Licença Ambiental por Adesão e Compromisso – LAC e empreendimentos com área maior do que 5 (cinco) hectares e menor ou igual a 10 (dez) hectares, mediante Licença Ambiental Única – LAU.				

Fonte: (Ceará, 2019).

As carciniculturas de tanque revestido que possuem até 1.000 m² de área de produção (porte inferior ao classificado como Micro) necessitam de Licença por Adesão e Compromisso (LAC), conforme a Resolução COEMA nº 10, de 10 de dezembro de 2020 (Ceará, 2020). Por outro lado, carciniculturas de tanque revestido com áreas superiores a 1.000 m² devem obter Licença Prévia (LP) para concepção do projeto, seguida de Licença de Instalação e Operação (LIO) para a fase de implantação e operação dos empreendimentos.

O Quadro 8 apresenta a classificação quanto ao porte e às tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura, conforme o código 02.02 da Resolução COEMA nº 02/2019.

[h!]

Quadro 8 — Classificação quanto ao porte e as tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura – produção em tanques revestidos.

Carcinicultura – Produção em Tanques Revestidos¹ (Código 02.02) Potencial Poluidor-Degradador: MÉDIO	Área de produção (m ²) ²				
	Mc	Pe	Me	Gr	Ex
	> 1.000 ≤ 5.000	> 5.000 ≤ 10.000	> 10.000 ≤ 20.000	> 20.000 ≤ 50.000	> 50.000
	D*	E*	F	G	H
¹ Aplica-se a empreendimentos de carcinicultura dotados de regime fechado e sistema de tratamento de efluentes. ² Até 1.000 m ² a atividade fica sujeita à Licença Ambiental por Adesão e Compromisso – LAC, conforme alteração promovida pela Resolução nº 10, de 10 de dezembro de 2020. * Atividade sujeita à Licença Prévia (LP) e Licença de Instalação e Operação (LIO).					

Fonte: (Ceará, 2019).

Conforme a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019, as carciniculturas do tipo Laboratório de Larvicultura com área inferior a um (1) hectare necessitam de Licença por Adesão e Compromisso (LAC), conforme a Resolução COEMA nº 10, de 10 de dezembro de 2020 (Ceará, 2020). Para essa modalidade, carciniculturas com área superior a um (1) hectare e inferior ou igual a três (3) hectares estão sujeitas à Licença Ambiental Única (LAU), enquanto aquelas com área superior a três (3) hectares e igual ou inferior a cinco (5) hectares devem obter Licença Prévia (LP), seguida de Licença de Instalação e Operação (LIO) (Ceará, 2019).

O Quadro 9 apresenta a classificação quanto ao porte e às tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura, conforme o código 02.03 da Resolução COEMA nº 02/2019.

Quadro 9 — Classificação do porte e as tipologias de licença ambiental para empreendimentos de carcinicultura.

Carcinicultura – Laboratório de Larvicultura (Código 02.03) Potencial Poluidor- Degrador: MÉDIO	Área útil construída (ha) ¹				
	Mc	Pe	Me	Gr	Ex
	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 5	> 5 ≤ 10	> 10 ≤ 20	> 20
	E*	F**	G	H	J
¹ Até 1 hectare fica a atividade sujeita a Licença Ambiental por Adesão e Compromisso – LAC (Alterado pela Resolução nº 10, de 10 de dezembro de 2020); * Atividade sujeita a Licença Ambiental Única – LAU; ** Atividade sujeita a Licença Prévia (LP) e Licença de Instalação e Operação (LIO).					

Fonte: (Ceará, 2019).

A Resolução COEMA nº 12, de 29 de agosto de 2002, define os parâmetros de licenciamento ambiental para carciniculturas consideradas de pequeno porte, classificadas como empreendimentos de cultivo de camarão com áreas iguais ou inferiores a 2 hectares (ha). Nesses casos, exige-se o licenciamento ambiental simplificado, composto pela Licença Prévia (LP) e pela Licença de Instalação e Operação (LIO), conforme previsto na Resolução COEMA nº 02, de 27 de março de 2002 (Ceará, 2002).

Posteriormente, houve outra alteração significativa na legislação referente ao licenciamento ambiental da carcinicultura no ano de 2023. De acordo com o Art. 4º-B, incisos I e II, da Lei Estadual nº 14.882, de 27 de janeiro de 2011, alterada pela Lei Estadual nº 18.436, de 25 de julho de 2023, empreendimentos de carcinicultura com área menor ou igual a 5 hectares (ha) são licenciados mediante Licença Ambiental por Adesão e Compromisso (LAC), conforme o Art. 4º, inciso I, da Lei Estadual nº 18.436/2023. Essa modalidade de licença se caracteriza pela autodeclaração do empreendedor, que fornece todas as informações necessárias para a emissão do documento (Ceará, 2023).

Os processos de LAC para carcinicultura não exigem apresentação prévia de do-

cumentos, embora os empreendimentos sejam obrigados a possuir autorização de supressão vegetal (quando aplicável), anuências municipais, outorgas de uso dos recursos hídricos e demais autorizações pertinentes. Tais empreendimentos permanecem sujeitos à fiscalização ambiental, conforme disposto no Art. 4º, §3º, da Lei nº 18.436/2023 (CEARÁ, 2023). Entretanto, processos de LAC não passam por análise técnica prévia dos documentos balizadores (checklist) pelos técnicos da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE), tampouco são objeto de vistoria in loco antes da emissão da licença.

Ademais, conforme o §1º do Art. 4º da Lei Estadual nº 18.436/2023, atividades de carcinicultura que exigem LAC, isto é, com área inferior a 5 hectares, não necessitam apresentar o Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMA), apesar de esse relatório anual ser exigido pelo Art. 22, §1º, da Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019 (Ceará, 2019). A dispensa aplica-se especificamente aos empreendimentos descritos no Art. 6º da Lei Estadual nº 17.549, de 2 de julho de 2021 (Ceará, 2021).

O Quadro 10 apresenta o principal arcabouço legal referente ao licenciamento ambiental.

Quadro 10 — Principal arcabouço legal referente ao licenciamento ambiental de carciniculturas no Brasil e no Ceará.

Legislação	Aspecto/definição
Resolução CONAMA nº 237/1997	Procedimentos e critérios do licenciamento ambiental federal
Resolução CONAMA nº 312/2002	Licenciamento ambiental de carciniculturas em zona costeira
Resolução CONAMA nº 413/2009	Licenciamento ambiental da aquicultura
Lei Estadual nº 14.882/2011	Procedimentos simplificados para instalação e operação de empreendimentos de porte micro com potencial poluidor-degradador (PPD) baixo

Lei Estadual nº 18.436/2023	Altera a Lei nº 14.882, de 27 de janeiro de 2011, incluindo as carciniculturas com área de até 5 ha como atividade passível de licenciamento simplificado, por meio da Licença por Adesão e Compromisso (LAC)
Resolução COEMA nº 04/2012	Procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)
Resolução COEMA nº 10/2015	Atualização dos procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental no âmbito da SEMACE, em revisão à Resolução COEMA nº 04/2012
Resolução COEMA nº 02/2019	Procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental no âmbito da SEMACE, em revisão à Resolução COEMA nº 10/2015
Resolução COEMA nº 12/2002	Licenciamento ambiental de carciniculturas de pequeno porte, com área ocupada igual ou inferior a 2 ha
Resolução COEMA nº 10/2020	Altera dispositivos da Resolução COEMA nº 02/2019
Resolução COEMA nº 09/2021	Estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes da atividade de aquicultura

Fonte: Autor (2025).

Conforme o inciso II da Lei nº 18.436/2023, empreendimentos com área superior a 5 hectares (ha) e inferior ou igual a 10 hectares devem obter a Licença Ambiental Única (LAU). Essa modalidade de licença aprova, em uma única etapa, a localização, concepção, instalação e operação de empreendimentos de carcinicultura, após análise técnica prévia e aprovação dos projetos, programas ambientais e documentos constantes no checklist específico para a atividade (Ceará, 2023). Empreendimentos com área superior a 10 hectares são submetidos ao licenciamento ambiental ordinário (LP, LI e LO) (Ceará, 2023).

No que se refere aos prazos de validade das licenças ambientais de empreendimentos de carcinicultura no estado do Ceará, a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019, estabelece, em seu Art. 4º, incisos I, II, III, IV, V, VII e VIII, os prazos máximos de validade de acordo com a modalidade de licença ambiental aplicável. O prazo mínimo de vigência deve acompanhar o cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento ou atividade, enquanto o prazo máximo é determinado pela própria resolução (Ceará, 2019).

De forma mais específica, a Portaria SEMACE nº 131, de 21 de outubro de 2020, define critérios para a determinação dos prazos de vigência e para as condições de renovação das licenças ambientais no âmbito da SEMACE (Quadro 11). O prazo de validade é influenciado, entre outros fatores, pelo Potencial Poluidor-Degradador (PPD) da atividade, conforme estabelecido no Anexo I da Resolução COEMA nº 02/2019. Nesse sentido, o prazo de validade das licenças ambientais é inversamente proporcional ao PPD da atividade: quanto menor o PPD, maior o prazo de validade; quanto maior o PPD, menor o prazo (Ceará, 2020).

Quadro 11 — Prazos, em anos, das licenças ambientais no Ceará, sendo LP – Licença Prévia; LI – Licença de Instalação; LPI – Licença Prévia e de Instalação; LIO – Licença de Instalação e Operação; LAU – Licença Ambiental Única; LIAM – Licença de Instalação e Ampliação e; LO – Licença de Operação.

	LP	LI	LPI	LIO	LAU	LIAM	LO
BAIXO	5	6	6	6	6	5	6
MÉDIO	5	5	5	5	5	5	5
ALTO	4	4	4	4	4	4	4

Fonte: (Ceará, 2020).

A Resolução COEMA nº 07, de 12 de setembro de 2019, estabelece em seu Art. 1º a seguinte definição de impacto ambiental local:

(...) qualquer alteração do meio ambiente, decorrente de atividades, obras e/ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva e/ou potencialmente poluidores, bem como capazes sob

qualquer forma de causar degradação ambiental, que manifeste todos os seus efeitos dentro da extensão territorial de um único município (Ceará, 2019).

Embora a referida resolução não apresente de forma explícita a definição de impacto ambiental regional, este decorre do funcionamento de empreendimentos, realização de obras ou execução de atividades cujos efeitos ambientais adversos ultrapassam os limites territoriais de um único município, devendo o licenciamento ambiental, nesses casos, ser conduzido pela SEMACE (Ceará, 2019).

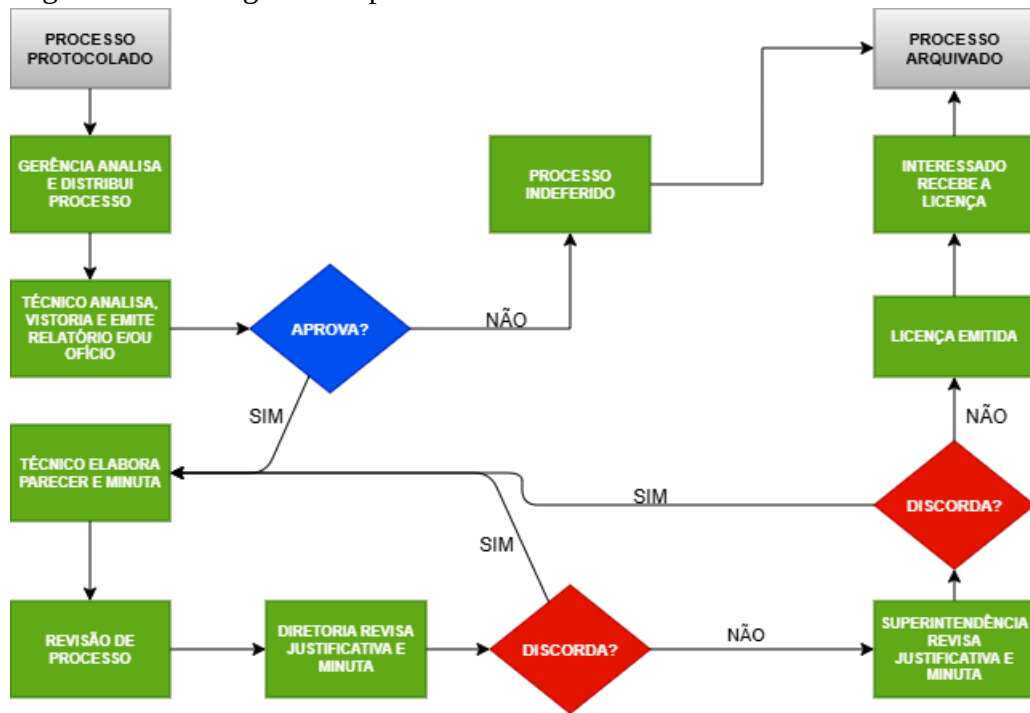
Todavia, o Anexo I da Resolução COEMA nº 07, de 12 de setembro de 2019, classifica as três tipologias de carcinicultura como de Impacto Regional para todos os portes, razão pela qual o licenciamento deve ser realizado pelo órgão ambiental estadual competente (SEMACE) (Ceará, 2019). Nesse sentido, o órgão ambiental municipal de Acaraú não possui competência legal para licenciar a atividade de carcinicultura a partir da data de publicação da resolução, ou seja, 12/09/2019.

O fluxograma geral do processo de licenciamento ambiental na SEMACE (Figura 9) engloba as seguintes etapas: 1) protocolo do processo com os documentos do checklist; 2) análise técnica dos documentos, projetos e/ou estudos ambientais; 3) vistoria técnica no empreendimento, elaboração de relatório técnico ou emissão de ofício de pendência de documentos ou informações; 4) elaboração do parecer técnico e da minuta da licença ambiental; 5) revisão do processo e da licença minutada; 6) revisão da minuta da licença pela Diretoria de Licenciamento; 7) revisão da minuta da licença pela Superintendência; 8) emissão da licença ambiental; 9) arquivamento do processo.

Quanto ao rito do licenciamento ambiental no âmbito da SEMACE, especificamente para a atividade de carcinicultura, é necessário considerar as diferentes modalidades e tipologias de licença ambiental, bem como as fases do empreendimento (concepção, instalação, ampliação ou operação). Os principais documentos exigidos incluem: comprovante de publicação em jornal de grande circulação da solicitação da licença; Comprovante de Inscrição no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) da empresa; Contrato Social; Estatuto da empresa; Ficha de Inscrição Cadastral (FIC) e documentos pessoais do proprietário ou dos sócios.

No que se refere à posse do imóvel onde a atividade será desenvolvida, é necessária a apresentação de documentação comprobatória, que pode incluir matrícula, escritura de compra e venda, contrato de compra e venda, contrato de locação, contrato de arrendamento, Certidão de Ocupação ou decreto de utilidade pública ou interesse social. Para imóveis rurais, exige-se o

Figura 9 — Fluxograma do processo de licenciamento ambiental na SEMACE.



Fonte: SEMACE (2025).

Recibo de Inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR), conforme disposto na Lei Federal nº 12.651/2012, alterada pela Lei Federal nº 12.727/2012 (BRASIL, 2012).

O projeto técnico do empreendimento deve conter uma planta georreferenciada da poligonal do imóvel, com descrição e mapeamento das áreas, acompanhada da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) do profissional responsável. Além disso, é necessário apresentar o Memorial Descritivo da atividade de carcinicultura e o Projeto Técnico detalhado, contemplando o quadro geral de áreas, incluindo a área inundada (viveiros), canais de abastecimento e drenagem, bacia de sedimentação, diques, depósitos, área útil total e a localização das fontes de abastecimento de água (rios, lagoas, poços, açudes, gamboas, entre outros).

Outro requisito essencial é a cópia da Outorga de Uso da Água expedida pelo órgão competente (Agência Nacional de Águas e Saneamento — ANA, ou Secretaria dos Recursos Hídricos — SRH), tanto para captação de água superficial ou subterrânea quanto para o lançamento de efluentes líquidos tratados em corpos hídricos. De forma específica, a ANA emite outorgas para o uso de recursos hídricos superficiais de domínio da União, enquanto a SRH, no estado do Ceará, emite outorgas para captações superficiais e subterrâneas de domínio estadual.

Existem casos de isenção de outorga de uso de recursos hídricos superficiais, conforme estabelece o Decreto Estadual nº 33.559, de 29 de abril de 2020, que regulamenta a

Lei Estadual nº 4.844, de 28 de dezembro de 2010 (Ceará, 2010). Segundo o Art. 7º desse decreto, captações e derivações de água oriundas de estuários e demais cursos d'água até a linha de influência de maré são isentas de outorga (Ceará, 2020). Ademais, conforme o Art. 10 do Decreto Estadual nº 31.076, de 12 de dezembro de 2012, fica dispensado o instrumento de outorga para uso de águas salobras ou salinas para fins de licenciamento ambiental (Ceará, 2012).

Além da outorga, nos casos de Licença Prévia (LP) é exigida a anuência do município onde a atividade será desenvolvida, enquanto para a Licença de Operação (LO) é necessário apresentar o alvará de localização e funcionamento emitido pelo município. Também é requerido o Certificado de Registro de Aquicultor, emitido pelo Ministério da Pesca e Aquicultura.

É obrigatória ainda a apresentação do Certificado de Regularidade no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP/IBAMA), instituído pela Lei nº 6.938/1981 e regulamentado pela Instrução Normativa IBAMA nº 13, de 23 de agosto de 2021 (Brasil, 2021). Nos casos em que houver necessidade de desmatamento para instalação do empreendimento, devem ser obtidas a Autorização para Supressão Vegetal (ASV) ou a Autorização para Uso Alternativo do Solo (AUS).

A atividade de carcinicultura, como modalidade de aquicultura, pode, de forma excepcional, ocupar Áreas de Preservação Permanente (APP), nos casos previstos na legislação brasileira como de utilidade pública, interesse social ou atividades eventuais e de baixo impacto ambiental, conforme o Art. 3º, incisos VIII, IX e X, e o Art. 8º da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012). Nesses casos específicos, deve-se solicitar previamente a autorização ambiental para intervenção em APP.

Com relação à ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), a Lei Federal nº 12.651/2012 estabelece o seguinte:

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 (Brasil, 2012).

O Art. 2º, inciso V, da Lei Federal nº 13.288, de 16 de maio de 2016 (Brasil, 2016), e o Art. 2º, inciso II, da Instrução Normativa nº 2/MMA, de 06 de maio de 2014, definem atividades agrossilvipastoris como sendo:

II — atividades agrossilvipastoris: são as atividades desenvolvidas em conjunto ou isoladamente, relativas à agricultura, à aquicultura, à pecuária, à silvicultura e demais formas de exploração e manejo da fauna

e da flora, destinadas ao uso econômico, à preservação e à conservação dos recursos naturais renováveis (Brasil, 2014).

Nesse sentido, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Novo Código Florestal) estabelece a atividade de aquicultura como de interesse social (Art. 3º, IX) ou como atividade de baixo impacto ambiental (Art. 3º, X, b). Esse mesmo diploma legal prevê, em seu Art. 4º, §6º, que, em imóveis rurais com até 15 (quinze) módulos fiscais, admite-se a prática da aquicultura e a infraestrutura física diretamente a ela associada, desde que atendam aos seguintes requisitos:

- I — sejam adotadas práticas sustentáveis de manejo de solo e água e de recursos hídricos, garantindo sua qualidade e quantidade, de acordo com norma dos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente;
- II — esteja de acordo com os respectivos planos de bacia ou planos de gestão de recursos hídricos;
- III — seja realizado o licenciamento pelo órgão ambiental competente;
- IV — o imóvel esteja inscrito no Cadastro Ambiental Rural — CAR.;
- V — não implique novas supressões de vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Salienta-se que a definição de módulo fiscal e o valor em hectares estabelecido para os municípios brasileiros foram definidos pela Lei Federal nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Estatuto da Terra) (Brasil, 1964) e pelas Instruções Especiais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em especial a Instrução Especial nº 5, de 29 de julho de 2022 (Brasil, 2022).

Ademais, a Lei nº 12.651/2012 estabelece, em seu Art. 11-A, § 6º, que é assegurada a regularização das atividades e empreendimentos de carcinicultura cuja implantação e ocupação tenham ocorrido antes de 22/07/2008, desde que o empreendedor, pessoa física ou jurídica, comprove sua localização em apicum ou salgado e se obrigue, por termo de compromisso, a proteger a integridade dos manguezais arbustivos adjacentes (Brasil, 2012).

Em relação às feições associadas ao ecossistema manguezal, no caso, apicuns e salgados, conforme o Art. 11-A, §§ 1º e 6º da Lei nº 12.651/2012, essas áreas podem ser utilizadas em atividades de carcinicultura e salinas, desde que observados requisitos como garantir que a área total ocupada em cada Estado por essa modalidade de fitofisionomia não ultrapasse 35%, excluídas as ocupações classificadas como áreas rurais consolidadas, conforme disposto no § 6º do Art. 11-A desse diploma legal (Brasil, 2012).

No caso das atividades agrossilvipastoris, que incluem em seu elenco a atividade de carcinicultura:

Art. 61-A. Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

§ 1º. Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

No que concerne às canalizações de captação de água instaladas em Áreas de Preservação Permanente (APP), considerando o disposto na Lei Federal nº 12.651/2012, em seu Art. 3º, Inciso X, que define as permissividades de intervenção em APP por atividades caracterizadas como de baixo impacto, o item b) desse artigo cita o seguinte:

b) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber.

No que se refere aos estudos ambientais exigidos pelo órgão ambiental competente, a Resolução COEMA nº 312/2002 determina a necessidade de apresentação prévia de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) durante a solicitação da Licença Prévia (LP) para carciniculturas situadas na zona costeira com área superior a 50 hectares. Além disso, estabelece que o Plano de Controle Ambiental (PCA) deve ser apresentado como estudo prévio para a emissão da Licença de Instalação (LI), enquanto o Plano de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) é exigido na etapa de Licença de Operação (LO), conforme diretrizes previstas nos anexos da resolução e no termo de referência elaborado pela SEMACE (Ceará, 2002).

Além disso, a SEMACE exige a apresentação prévia de EIA/RIMA também para a ampliação de empreendimentos de carcinicultura cuja área de expansão seja superior a 50 hectares (Brasil, 2002). No caso de carciniculturas com áreas inferiores a esse limite, pode ser requerida, a critério do técnico responsável pelo processo de licenciamento ambiental, a apresentação de um Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) na fase de Licença Prévia (LP), estudo ambiental esse mais simplificado em relação ao EIA/RIMA, especialmente quando esses empreendimentos estão localizados próximos a áreas ambientalmente sensíveis, como ecossistemas manguezais e suas feições (apicuns e salgados), ou situam-se dentro da poligonal de Unidades de Conservação (UCs), não existindo uma legislação específica que determine a cobrança do EVA para atividade de carcinicultura (grifo nosso).

As unidades de conservação são regidas pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000) e pelo Decreto nº 4.240, de 22 de agosto de 2002 (BRASIL, 2002), incluindo as Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Entretanto, não há uma norma específica que regule a exigência do EVA para a atividade de carcinicultura, ficando essa decisão a critério da análise dos técnicos responsáveis pelos processos de licenciamento. Essa discricionariedade técnica está prevista na Resolução CONAMA nº 237/1997, quando estabelece que os órgãos licenciadores têm a prerrogativa de pedir estudos ambientais consoante a necessidade e especificidade da atividade em relação à localização geográfica.

Por fim, as carciniculturas que apresentam passivos ambientais relacionados ao desmatamento de vegetação nativa sem autorização prévia em Áreas de Preservação Permanente (APP), como manguezais, margens de rios, riachos, lagoas naturais, gamboas de rios e em áreas de Reserva Legal e/ou em outras áreas de vegetação nativa fora desses limites, bem como intervenções para a construção de estruturas ou edificações dentro de APP, devem obrigatoriamente apresentar um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), conforme diretrizes estabelecidas em termo de referência emitido pelo órgão ambiental competente, devendo esse plano conter um cronograma detalhado de execução.

3.3.1 *Monitoramento ambiental de carciniculturas*

A Resolução COEMA nº 02, de 27 de março de 2002, em seu Art. 9º, estabelece que empreendimentos de carcinicultura em operação deverão regularizar sua situação com a obtenção de Licença de Operação (LO), sendo necessária a apresentação prévia de estudos ambientais na forma de um Programa de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) (Ceará, 2002).

Em relação ao controle e monitoramento de efluentes líquidos, o Art. 16 da Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, a qual complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), além da Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002, estabelece em nível nacional os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, incluindo parâmetros físico-químicos e microbiológicos (Brasil, 2011).

No estado do Ceará, o Art. 12 da Resolução COEMA nº 02, de 02 de fevereiro de 2017, estabelece em nível estadual os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos sanitários gerados por fontes poluidoras, definindo parâmetros físico-químicos e microbiológicos obrigatórios (Ceará, 2017). Ressalta-se que tais parâmetros são gerais para todas as atividades

geradoras de efluentes, não constituindo padrões específicos para a atividade de carcinicultura.

Entretanto, a Resolução COEMA nº 9, de 05 de agosto de 2021, estabelece parâmetros e padrões específicos para o lançamento de efluentes líquidos provenientes de atividades de aquicultura, incluindo a carcinicultura. Os parâmetros definidos são: Coliformes Termotolerantes, Condutividade Elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Materiais Flutuantes, Materiais Sedimentáveis, Nitrito, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal Total, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Salinidade (ppt), Temperatura e Sulfeto (Ceará, 2021).

Dessa forma, a atividade de carcinicultura deve, no mínimo, monitorar todos os parâmetros mencionados, sendo esse monitoramento realizado pelo empreendedor. Assim, os efluentes da atividade devem atender simultaneamente aos padrões estabelecidos na Resolução COEMA nº 9, de 05 de agosto de 2021, complementada pelas Resoluções CONAMA nº 312/2002 e CONAMA nº 430/2011, Art. 16.

A Resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002, estabelece em seu Art. 14, o seguinte:

Art. 14 – Os projetos de carcinicultura, a critério do órgão licenciador, deverão observar, dentre outras medidas de tratamento e controle dos efluentes, a utilização da bacia de sedimentação como etapas intermediárias entre a circulação ou o deságue das águas servidas ou, quando necessário, a utilização da água em regime de recirculação.

Essa resolução menciona a bacia de sedimentação como uma das medidas de tratamento de efluentes líquidos, deixando a critério do órgão licenciador estabelecer outras medidas correlatas, dentre as quais a utilização de probióticos no cultivo e o uso do canal de drenagem como bacia de sedimentação.

A Resolução COEMA nº 9, de 05 de agosto de 2021, em seu Art. 3º, estabelece que, no âmbito dos processos de licenciamento ambiental, é obrigatória a instalação de uma bacia de sedimentação ou de outro sistema de tratamento de efluentes (STE) para novas carciniculturas implantadas a partir da data de publicação da norma. Para as carciniculturas já existentes e operantes antes da vigência da resolução, permite-se a solicitação anual de coleta e análise laboratorial dos efluentes na bacia de sedimentação ou no STE. Além disso, exige-se a apresentação periódica dos relatórios técnicos de automonitoramento dos efluentes, com coleta trimestral e envio semestral dos resultados das análises (Ceará, 2021).

Os empreendimentos que apresentarem resultados dentro dos padrões estabelecidos no Anexo I da Resolução COEMA nº 9/2021 ficam isentos da obrigatoriedade de implantar uma bacia de sedimentação ou outro sistema de tratamento de efluentes (Ceará, 2021). No

entanto, caso duas análises laboratoriais consecutivas realizadas pela SEMACE, ou dois relatórios consecutivos de automonitoramento apresentados pelo empreendedor, indiquem parâmetros dos efluentes fora dos limites estabelecidos, a instalação da bacia de sedimentação ou de outro STE tornar-se-á obrigatória, devendo ser concluída no prazo de um ano (Ceará, 2021).

Outro aspecto importante no monitoramento ambiental da atividade de carcinicultura é o Programa de Automonitoramento de efluentes líquidos, o qual contempla a entrega de Relatórios Técnicos anuais contendo os parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos, conforme previsto no Anexo III da Resolução CONAMA nº 312/2002. Esses relatórios integram o Plano de Monitoramento Ambiental (PMA) da atividade. Segundo o anexo dessa resolução, as coletas devem ser realizadas com frequência mínima trimestral, e os dados devem ser analisados e interpretados, destacando-se as principais alterações decorrentes da atividade e apresentando estudo comparativo com períodos anteriores.

O automonitoramento de efluentes líquidos oriundos de fontes poluidoras, incluindo os empreendimentos de carcinicultura, é regulamentado pelo Art. 49 da Resolução COEMA nº 02, de 02 de fevereiro de 2017 (Ceará, 2017), e pela Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002 (Ceará, 2002).

Além do automonitoramento de efluentes, a legislação ambiental estabelece a necessidade de entrega anual do Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMA). Segundo o Art. 22, § 1º da Resolução COEMA nº 02/2019, o RAMA consiste em um relatório anual de acompanhamento das atividades desenvolvidas nos planos e programas de gestão ambiental das obras, atividades ou empreendimentos potencialmente poluidores que necessitam de licença ambiental (Ceará, 2019).

A Instrução Normativa SEMACE nº 02, de 18 de setembro de 2017, define critérios e exigências específicas para a apresentação desse relatório. O Anexo Único dessa normativa estabelece as informações obrigatórias na forma de questionário, abrangendo: existência de captação de água de recursos hídricos; períodos de paralisação da atividade; extração de recursos minerais; extração ou beneficiamento de matéria-prima florestal; utilização de insumos; geração e destinação de efluentes líquidos; geração e destinação de resíduos sólidos; emissão de poluentes atmosféricos; e emissões de radiação eletromagnética (Ceará, 2017). O prazo para envio do RAMA é de 30 (trinta) dias corridos após o término do período de abrangência, conforme Art. 11, § 2º da IN SEMACE nº 02/2017 (Ceará, 2017).

A entrega dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) pelas carci-

niculturas que realizaram supressão vegetal irregular de vegetação nativa, dentro ou fora de Áreas de Preservação Permanente (APP), é fundamental para garantir a recuperação dos passivos ambientais gerados durante a instalação desses empreendimentos.

O atendimento aos parâmetros e padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 312/2002 e nº 357/2005, bem como pela Resolução COEMA nº 9/2021, é essencial para assegurar que os efluentes líquidos tratados pelas carciniculturas não gerem poluição ambiental nem provoquem desequilíbrios nos ecossistemas adjacentes.

3.3.2 *Fiscalização ambiental de carciniculturas*

No contexto da necessidade de licenciamento ambiental para todas as etapas da atividade produtiva da carcinicultura, o § 3º do Art. 225 da Constituição Federal de 1988 é particularmente relevante, pois estabelece que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, como a ausência de licença ambiental para o cultivo de camarão em cativeiro, sujeitam os infratores a sanções penais e administrativas (Brasil, 1988).

Além desse dispositivo constitucional, a Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Brasil, 1998), e o Decreto Federal nº 6.514, de 22 de julho de 2008, que regulamenta as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente e estabelece o processo administrativo federal para sua apuração (Brasil, 2008), constituem instrumentos fundamentais para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado previsto na Constituição Federal.

O Decreto Federal nº 6.514/2008 estabelece o conjunto de procedimentos e ritos a serem seguidos na apuração de infrações administrativas ambientais, incluindo a instrução processual e o julgamento das sanções aplicadas. Entre outros aspectos, essa legislação define os tipos de sanções administrativas, os prazos prescricionais, as principais infrações ambientais e as etapas do processo administrativo, como autuação, defesa administrativa, instrução, julgamento, recursos administrativos, destinação de bens e animais apreendidos e procedimentos de conversão de multa (Brasil, 2008).

Os principais tipos de sanções administrativas previstos no Art. 3º do Decreto Federal nº 6.514/2008 incluem advertência, multa simples, multa diária, apreensão de animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, além de equipamentos e veículos utilizados na infração, destruição ou inutilização de produtos, suspensão de venda e fabricação, embargo de obra ou atividade,

demolição de obras, suspensão parcial ou total das atividades e restrições de direitos (Brasil, 2008).

Ressalta-se que algumas infrações previstas no Decreto Federal nº 6.514/2008 também se caracterizam como crime ambiental, conforme a Lei Federal nº 9.605/1998. Entre elas, destaca-se a infração descrita no Art. 66 do decreto, que trata do funcionamento de atividade potencialmente poluidora ou utilizadora de recursos ambientais sem licença ambiental, situação aplicável à carcinicultura, ou do descumprimento de condicionantes ambientais (Brasil, 2008).

Outro exemplo é a infração prevista no Art. 62, inciso V, do Decreto Federal nº 6.514/2008, referente ao lançamento de efluentes líquidos diretamente no solo sem tratamento prévio. Além disso, o Art. 61 do mesmo decreto tipifica como infração o lançamento de efluentes em desacordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente, o que inclui efluentes tratados, mas lançados em corpos hídricos receptores com parâmetros físico-químicos ou microbiológicos fora dos limites legais, conforme a Resolução COEMA nº 02/2017, a Resolução CONAMA nº 430/2011 e a Resolução COEMA nº 9/2021 (Brasil, 2008).

Os efluentes líquidos gerados pelos viveiros de camarão e lançados em corpos hídricos receptores podem se enquadrar nessas tipologias de infrações ambientais, e, dessa forma, o autuado, pessoa física ou jurídica, estará sujeito às esferas administrativa, civil e penal pela conduta infracional eventualmente praticada (Brasil, 2008). O Quadro 12 apresenta um resumo das principais infrações administrativas ambientais aplicáveis à atividade de carcinicultura.

Quadro 12 — Principais infrações ambientais cometidas por empreendimentos de carcinicultura e o seu respectivo enquadramento.

Enquadramento no Decreto Federal nº 6.514/2008	Infração ambiental
Art. 66	Instalar, ampliar ou fazer funcionar atividade de carcinicultura sem licença ambiental ou em desacordo com normas e regulamentos pertinentes, como, por exemplo, carcinicultura ocupando Área de Preservação Permanente (APP), em desconformidade com a Lei Federal nº 12.651/2012.

Art. 66, Inciso I	Instalar, ampliar ou fazer funcionar atividade de carcinicultura sem licença ambiental em unidade de conservação ou em sua zona de amortecimento, sem a anuência do órgão gestor competente.
Art. 66, Inciso II	Descumprir condicionante(s) de licença ambiental, como ausência de entrega do Relatório de Avaliação do Monitoramento Ambiental (RAMA), relatórios de automonitoramento de efluentes líquidos, Recibo de Inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR), entre outros.
Art. 62, Inciso V	Lançar resíduos sólidos ou efluentes líquidos <i>in natura</i> , sem tratamento prévio, diretamente no solo.
Art. 61	Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade, aplicada nos casos em que exista laudo laboratorial com parâmetro(s) fora dos padrões estabelecidos na legislação ambiental.
Art. 79	Descumprimento de embargo administrativo.
Art. 80	Descumprimento de notificação lavrada para regularização ambiental da atividade.
Art. 81	Deixar de apresentar relatórios ou informações ambientais nos prazos exigidos pela legislação ambiental, tais como RAMA, relatórios de automonitoramento de efluentes líquidos, entre outros.

Fonte: Autor (2025).

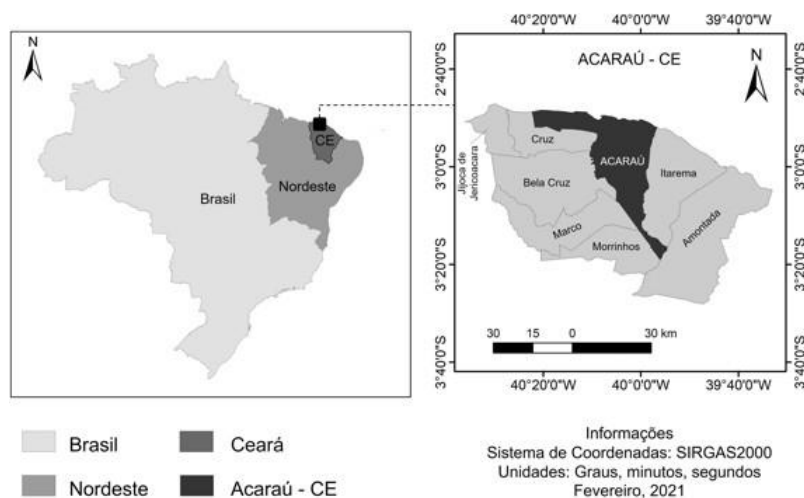
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Acaraú, Ceará, pertencente à Região de Planejamento Litoral Norte do estado (Ipece, 2023). O município possui uma população estimada em 65.264 habitantes, uma área territorial de 842,47 km² e densidade demográfica de 77,47 habitantes por km² (IBGE, 2022). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) mais recente registrado para Acaraú é de 0,601 (IBGE, 2010).

O território municipal está inserido nas bacias hidrográficas do Acaraú, Coreaú e Litoral (Ipece, 2017; Ipece, 2023). A Bacia Hidrográfica do Acaraú é composta por 28 municípios e apresenta capacidade de acumulação de águas superficiais de 1,707 bilhão de m³ (Ipece, 2009). A Figura 10 apresenta a localização do município de Acaraú e a Figura 11 apresenta as bacias hidrográficas do estado do Ceará, incluindo a Bacia do Rio Acaraú, da qual o município faz parte.

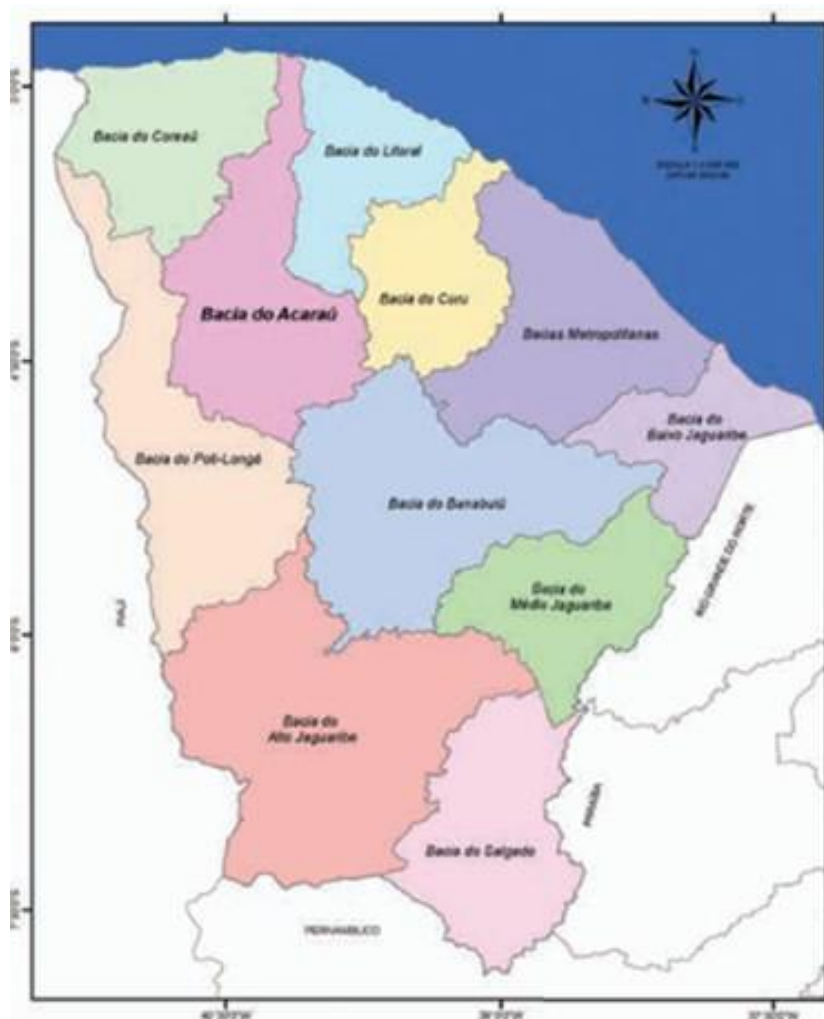
Figura 10 — Localização do município de Acaraú-CE



Fonte: Acervo Ecomangue (2021)

A taxa de emprego formal corresponde a 9,01% da população (IBGE, 2021), enquanto o Produto Interno Bruto (PIB) per capita foi de R\$ 16.051,99 em 2021 (IBGE, 2021). O município possui uma economia fortemente ligada às atividades pesqueiras e aquícolas, com a carcinicultura se destacando como um dos principais setores produtivos, contribuindo para a geração de emprego e renda na região (ABCC, 2022; IBGE, 2022).

Figura 11 — Bacias Hidrográficas do estado do Ceará

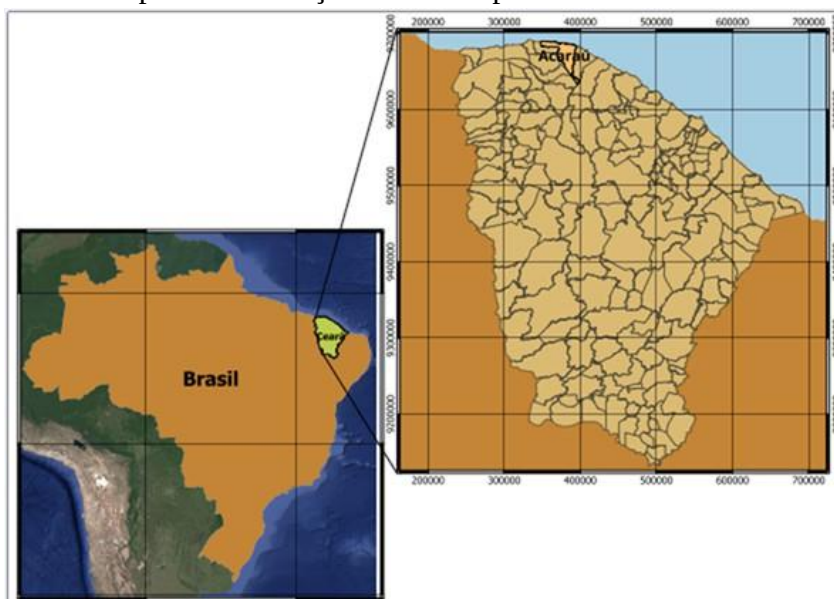


Fonte: IPECE (2009).

Acaraú apresenta como características geoambientais o clima Tropical Quente Semi-árido Brando, com pluviosidade média de 1.139,7 mm, temperatura média variando entre 26 °C e 28 °C e período chuvoso concentrado entre os meses de janeiro e abril (Ipece, 2017). O território municipal está inserido nas bacias hidrográficas do Acaraú, Coreaú e Litoral (Ipece, 2017; Ipece, 2023).

O relevo do município caracteriza-se pela presença de planície litorânea e tabuleiros pré-litorâneos, contendo as seguintes fitofisionomias: Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, Floresta Mista Dicotílio-Palmácea e Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (Ipece, 2017). Os bosques de mangue da região são compostos por *Rhizophora mangle* (L.), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. e *Avicennia germinans* (L.) Stearne, *Avicennia schaueriana* Stapf (1917), além de *Conocarpus erectus* L., uma espécie secundária associada às comunidades de manguezal (Maia; Coutinho, 2012; Paula, Lima; Maia, 2016).

Figura 12 — Mapa de localização do município de Acaraú-CE



Fonte: Autor (2025).

Cabe ressaltar que o município está inserido em uma das áreas estratégicas, a Foz do Rio Acaraú, pertencente à macrorregião Costa Nordeste/Espírito Santo do Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal na Costa Brasileira, o Plano de Ação Nacional (PAN) Manguezal. Esse plano constitui uma política pública intersetorial voltada à proteção de espécies ameaçadas de extinção e de espécies de relevância socioeconômica para comunidades tradicionais, como pescadores artesanais, quilombolas, marisqueiras e povos indígenas do litoral brasileiro (ICMBio, 2015).

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Tipo de Pesquisa

O estudo a ser realizado caracteriza-se como uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa, classificada, quanto ao objetivo, como Pesquisa Descritiva, buscando descrever o fenômeno por meio da análise de variáveis e utilizando a técnica de pesquisa documental (Gil, 2008; Marconi, 2003).

A pesquisa fundamenta-se na coleta de dados secundários existentes em órgãos públicos, especialmente na SEMACE e, quando necessário, em outras instituições correlatas aos processos de licenciamento ambiental. Trata-se de uma revisão bibliográfica associada à análise documental de processos de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambientais

relacionados à atividade de carcinicultura.

O Quadro 13 apresenta as principais normativas legais e infralegais relacionadas ao licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental referentes à atividade de carcinicultura no Brasil, no estado do Ceará e no município de Acaraú.

Quadro 13 — Principais normativas legais e infralegais relacionadas ao licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental da atividade de carcinicultura no Ceará e em Acaraú.

Legislação	Aspecto/definição
Resolução CONAMA nº 237/1997	Procedimentos e critérios do licenciamento ambiental federal
Resolução CONAMA nº 312/2002	Licenciamento ambiental de carciniculturas em zona costeira
Resolução CONAMA nº 413/2009	Licenciamento ambiental da aquicultura
Lei Municipal nº 1.571/2014	Institui a nova lei sobre a política ambiental do município de Acaraú, revogando as leis municipais nº(s) 1.167/2006 e 1.414/2011, na forma que indica
Lei Estadual nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Decreto Federal nº 6.514/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Instrução Normativa SE-MACE nº 03/2017	Regula os procedimentos para apuração de infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a imposição das sanções, a defesa ou impugnação, o sistema recursal e a cobrança de multa e sua conversão em prestação de serviços de recuperação, preservação e melhoria da qualidade ambiental no âmbito da SEMACE.

Decreto 34.316/2021	Estadual	nº	Estabelece o processo administrativo estadual para apuração das infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente no âmbito dos órgãos central e executores da política estadual do meio ambiente e dá outras providências.
Resolução 430/2011	CONAMA	nº	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
Resolução 357/2005	CONAMA	nº	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências
Portaria 151/2002	SEMACE	nº	Dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias à execução e acompanhamento do automonitoramento de efluentes líquidos industriais.
Resolução 02/2017	COEMA	nº	Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.
Resolução 09/2021	COEMA	nº	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes para a atividade de aquicultura no estado do Ceará, e dá outras providências.
Instrução MACE nº 02/2017	Normativa	SE-	Aprova as normas técnicas e os procedimentos relativos ao Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental - RAMA, consoante previsão do art. 12, § 2º da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015

Lei Federal nº 12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
----------------------------	--

Fonte: Autor (2025).

4.2.2 Coleta de Dados

A presente pesquisa foi baseada na análise documental de processos de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambientais de carciniculturas em Acarau recebidas pela SEMACE e/ou SEMA de ACARAÚ, no período de 01/01/2013 a 31/12/2023.

Foram incluindo a avaliação das licenças ambientais e respectivas validades, condicionantes ambientais, relatórios técnicos, pareceres técnicos, relatórios de vistoria, laudos laboratoriais, relatórios de automonitoramento de efluentes, mapas, termos de referência de estudos ambientais, documentos de checklist, análise da entrega dos RAMAs, análise da entrega dos PRADs na SEMACE.

Por fim também foram analisadas as denúncias atendidas, infrações ambientais cometidas e respectivos documentos lavrados, oriundos de vistorias técnicas e ações fiscalizatórias da SEMACE já realizadas nos empreendimentos de carcinicultura.

O período de 11 anos considerado para a análise dos processos de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambientais no município de ACARAÚ, de 01/01/2013 a 31/12/2023, justifica-se por coincidir com o início da vigência da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que instituiu a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Novo Código Florestal). Esse marco legal serve como referência para avaliar o crescimento e a expansão da atividade de carcinicultura sobre áreas de manguezais e suas feições associadas. Além disso, esse intervalo permite o acesso a dados mais consolidados pelo órgão ambiental estadual acerca dos processos administrativos relacionados à gestão ambiental dos empreendimentos.

A maior parte dos dados foi coletada nos sistemas eletrônicos corporativos da SEMACE: o Sistema Integrado de Gerenciamento Ambiental (SIGA) e o NATTUR. Os processos

físicos e digitais/eletrônicos de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental de carciniculturas existentes na SEMACE no período especificado foram analisados para verificar a situação geral dos empreendimentos quanto à regularidade ambiental. Entre os aspectos avaliados destacam-se: existência de licença ambiental válida; perda de prazos de validade das licenças; entrega, nos prazos especificados, dos RAMAs e dos relatórios de automonitoramento de efluentes líquidos; existência de laudos laboratoriais da SEMACE para análise de efluentes; entrega, nos prazos especificados, dos PRADs e cumprimento de seus cronogramas executivos; bem como a existência de infrações ambientais e respectivas sanções administrativas.

4.2.2.1 Licenciamento ambiental

Em relação aos processos de licenciamento ambiental, foi realizada a consulta da lista de processos de empreendimentos de carcinicultura na aba Consulta Pública de Processos de Licenciamento Ambiental no sítio eletrônico da SEMACE, filtrando por município, período de emissão das licenças e código da carcinicultura (02.01 – Carcinicultura; 02.02 – Carcinicultura em tanques revestidos; 02.03 – Carcinicultura – laboratório de larvicultura), conforme a Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019 (CEARÁ, 2019). A partir dessa lista, foram geradas planilhas eletrônicas organizadas por código de atividade, permitindo a análise dos dados dos empreendimentos, número dos processos, tipologias de licenças, situação de emissão, localização georreferenciada das fazendas de camarão, entre outros aspectos.

Foram requeridas informações mediante comunicação oficial com o órgão ambiental municipal de ACARAÚ (Secretaria de Meio Ambiente de Acaraú – SEMA Acaraú) (Apêndice A), no dia 14/03/2025, para coleta de dados e informações dos processos de licenciamento ambiental, monitoramento e fiscalização ambiental das carciniculturas licenciadas pelo município no período analisado. Tal solicitação justifica-se porque, conforme a Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), a atividade de carcinicultura poderia ser licenciada pelo órgão ambiental municipal antes da data de publicação da Resolução COEMA nº 07, de 12 de setembro de 2019 (CEARÁ, 2019), ou seja, no período de 01/01/2013 (início do período da pesquisa) a 12/09/2019. Após essa data, o licenciamento ambiental de carciniculturas passou a ser de competência exclusiva do órgão ambiental estadual (SEMACE), uma vez que a atividade foi classificada como de Impacto Regional, conforme o Quadro 14.

Quadro 14 — Evolução histórica da competência de licenciamento ambiental da atividade de carcinicultura conforme mudanças na legislação ambiental.

Competência legal do licenciamento	Estadual	Municipal
Antes da publicação da Lei Complementar nº 140/2011	Sim	Sim
Entre a publicação da Lei Complementar nº 140/2011 e a Resolução COEMA nº 07/2019 (de 08/12/2011 a 12/09/2019)	Sim	Sim
Após a publicação da Resolução COEMA nº 07/2019	Sim	Não

Fonte: Autor (2025).

As licenças ambientais (Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI, Licença de Operação – LO, Licença por Adesão e Compromisso – LAC, Licença de Instalação e Operação – LIO, Licença Ambiental Única – LAU e Licença de Instalação e Ampliação – LIAM) de empreendimentos de carcinicultura emitidas no período de 01/01/2013 a 31/12/2023 no município de Acaraú-CE foram analisadas e quantificadas.

Foram pesquisados e analisados os processos de licenciamento ambiental que tiveram licenças emitidas no período especificado para cada um dos três códigos/tipologias de carcinicultura descritas nos Anexos I e II da Resolução COEMA nº 02, de 11 de abril de 2019 (02.01 – Carcinicultura; 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos; 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de Larvicultura). Assim, alguns processos pesquisados foram protocolados na SEMACE em período anterior ao início da pesquisa (antes de 01/01/2013), mas tiveram licenças analisadas e emitidas entre 01/01/2013 e 31/12/2023.

Em relação à variação da regularidade quanto ao licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura no período estudado, foram analisados, no sistema SIGA da SEMACE, todos os processos de licenciamento que tiveram licenças emitidas para cada empreendimento ou empresa, pesquisando individualmente por CNPJ ou CPF. Verificou-se, no período determinado, o número de empreendimentos que possuíam licença ambiental válida e deixaram de solicitar renovação ou regularização nos prazos estabelecidos pela legislação

ambiental vigente, tornando-se irregulares. Da mesma forma, pesquisou-se, no mesmo sistema, o número de empresas que estiveram sem licença válida em algum momento do período e que posteriormente se regularizaram, passando a possuir licença ambiental emitida dentro do intervalo analisado.

Dessa forma, foi estabelecido o período de tempo em que cada empresa ou empreendimento permaneceu sem licença ambiental válida entre 01/01/2013 e 31/12/2023, sendo definida uma gradação temporal referente ao período em que permaneceram provisoriamente irregulares, mesmo que possuíssem processos em trâmite na autarquia estadual.

A delimitação da área de estudo envolveu as carciniculturas localizadas no perímetro municipal de Acaraú-CE, na área de influência fluviomarinha do rio Acaraú (sistema estuarino). Utilizou-se o software QGIS, versão 3.40.5–Bratislava. Após pesquisa nos sistemas internos da SEMACE, identificaram-se três tipos de empreendimentos, definidos da seguinte forma: 1) empreendimentos com áreas delimitadas em processos de licenciamento ambiental; 2) empreendimentos sem áreas delimitadas em processos de licenciamento ambiental (para esses, a delimitação foi realizada com base em imagem de satélite Google, disponível no software Google Earth, datada de outubro de 2021, por situar-se no período de análise definido no trabalho); e 3) empreendimentos sem processo de licenciamento ambiental na SEMACE.

Os empreendimentos delimitados no software QGIS foram mapeados considerando a escala 1:10.000, por meio da digitalização na função “adicionar polígono”. Os mapas elaborados apresentam escala aproximada 1:110.000 em razão do formato de visualização em folha A4. Realizou-se o cálculo das áreas de todos os empreendimentos identificados com a ferramenta de cálculo de área, apresentando os resultados em hectares (ha).

Para analisar ambientalmente a área atualmente ocupada pelas carciniculturas, utilizaram-se as informações do Projeto de Reestruturação do Mapeamento do Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras (CEARÁ, 2016), elaborado pela SEMACE, com base na Lei Estadual nº 19.294, de 06 de junho de 2025 (CEARÁ, 2025).

No documento denominado “Relatório final de mapeamento de uso e cobertura do solo”, identifica-se que o trabalho foi produzido na escala 1:10.000, utilizando o Sistema de Coordenadas UTM, Fuso 24S/Datum SIRGAS 2000, com legenda composta por classes relacionadas à cobertura vegetal, intervenções antrópicas e hidrografia.

Nesse mapeamento, adotaram-se a área mínima de 2.500 m² (área mínima do polí-

gono mapeado) e a largura mínima de 8 metros (largura mínima para que um rio seja mapeado como polígono), ambas adequadas à escala 1:10.000. A precisão do mapeamento está vinculada à qualidade das imagens de satélite e ortofotos utilizadas (produzidas neste estudo e disponíveis no acervo da SEMACE).

Foram obtidos os arquivos digitais (extensão shapefile) do referido estudo e, por meio da ferramenta “recortar” do QGIS, extraíram-se apenas as informações referentes ao município de Acaraú. Os arquivos foram segregados com base no agrupamento denominado “subzonas”.

Para o presente estudo, analisou-se a ocorrência de interseção das seguintes subzonas com os empreendimentos de carcinicultura: 1) Subzona de Uso Restrito de Planícies Fluviomarinhas com Apicuns e Salgados; 2) Subzona de Preservação Ambiental de Manguezais Degradados; 3) Subzona de Preservação Ambiental de Planícies Fluviomarinhas com Manguezais; 4) Lagoa/Laguna; e 5) Rio. Utilizando a função “interseção”, identificaram-se as áreas de sobreposição entre cada subzona e os empreendimentos, elaborando-se mapa com a quantificação correspondente.

Adicionalmente, foram analisados os mapas georreferenciados constantes nos processos de licenciamento ao longo do período, com o objetivo de verificar, para cada carcinicultura, a existência ou não de ocupação de APP de recursos hídricos e/ou manguezais, bem como a área total de APP ocupada.

No âmbito do licenciamento ambiental, analisaram-se o número de licenças emitidas por ano, por empresa e por carcinicultura/fazenda, além da quantidade de processos referentes à renovação ou regularização ambiental. Também foi verificado o número de processos de solicitação de licença ambiental que foram indeferidos pela SEMACE.

4.2.2.2 *Monitoramento ambiental*

Em relação aos processos de monitoramento ambiental e a relação com a infraestrutura das carciniculturas, foram analisados e quantificados o número de fazendas com bacia de sedimentação ou outra forma de tratamento de efluentes, incluindo o uso de probióticos, além do número de carciniculturas/fazendas segundo o tipo de captação de água de abastecimento, tipo de sistema de cultivo, entre outras características estruturais.

Além disso, foram verificados o número total de empresas regulares e irregulares quanto à entrega dos Relatórios técnicos anuais dos parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos (fito e zooplâncton), estabelecidos no Anexo da Resolução CONAMA nº 312/2002, representando o Programa de Automonitoramento de efluentes líquidos. Foi verificado no período da pesquisa

o quantitativo por empresa de relatórios anuais apresentados de forma completa (coletas em todos os 4 trimestres) e incompleta (ausência de coleta em pelo menos 01 trimestre), além do quantitativo por empresa de relatórios em conformidade com a legislação (todos os parâmetros dentro dos padrões) e em desconformidade (pelo menos 01 parâmetro fora dos padrões), além do número relatórios anuais não apresentados.

Em relação ao monitoramento dos RAMAS, foi analisado e quantificado o número total por empresa de RAMAS apresentados (no prazo e fora do prazo estabelecido pela legislação) e não apresentados. Ressalta-se que não foi verificado e quantificado o número de relatórios técnicos emitidos pela SEMACE atestando a conformidade/atendimento do conteúdo desses relatórios de monitoramento, tendo em vista que para os RAMAS anexados pelas empresas a partir de meados do ano de 2018 no sistema NATUUR, não são elaborados relatórios pela SEMACE, sendo verificado somente o atendimento ou não do prazo máximo para a entrega dos RAMAS.

Importante destacar que para as licenças ambientais de carciniculturas emitidas a partir de janeiro/2023, os RAMAS e relatórios técnicos anuais de monitoramento de efluentes líquidos apresentados à SEMACE podem englobar alguns meses do ano de 2024, fora do período final da pesquisa (31/12/2023).

Em relação aos laudos de análise laboratorial de efluentes líquidos emitidos pela SEMACE, foram verificados os quantitativos por empresa de carciniculturas que tiveram laudo dentro e fora dos padrões da legislação vigente antes da emissão da licença de operação, como também os números de laudos anuais da SEMACE (durante a vigência da LO) dentro e fora dos padrões, como também o número de empresas que não protocolaram pedidos anuais de coleta e análise laboratorial da SEMACE como condicionante das licenças de operação.

No âmbito do monitoramento, também foi verificado o quantitativo de empresas/carciniculturas que apresentaram nos processos de licenciamento ambiental no período o Plano de Controle e Monitoramento Ambiental – PCMA (no checklist de documentos ou como condicionante da LO), a ser analisado pela SEMACE.

Quanto ao monitoramento das intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APP) de recursos hídricos e manguezais, foram quantificados o número de carciniculturas que tiveram intervenção por supressão vegetal e instalação de infraestrutura nessas áreas. As intervenções foram classificadas conforme o período de ocorrência: antes de 22/07/2008 (área rural consolidada) e após essa data (área rural não consolidada).

Também foi quantificado o número de carciniculturas que apresentaram e as que não apresentaram Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para as áreas ocupadas.

Por fim, registrou-se o número de empreendimentos que executaram os PRADs, comprovando a recuperação por meio de relatórios de execução. Foi verificado o número total de carciniculturas/empresas em área rural consolidada que ocupavam áreas de apicuns e salgados e que assinaram Termo de Compromisso de preservação de vegetação arbustiva de mangue, conforme descrito no § 6º do Art.11-A da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

4.2.2.3 *Fiscalização ambiental*

Em relação à fiscalização ambiental, foi verificado por empresa/carcinicultura o quantitativo de irregularidades/infrações administrativas ambientais cometidas no período da pesquisa, relacionadas ao licenciamento e monitoramento ambiental, tais como: ausência de LI na construção; ausência de LO durante a operação; ampliação das carciniculturas sem LIAM; ausência ou entrega de RAMAS fora do prazo estabelecido; ausência de apresentação de Relatórios de Automonitoramento de efluentes líquidos ou entrega desses relatórios incompletos (ausência de coleta trimestral) ou relatórios com parâmetros fora dos padrões da legislação vigente; ausência de coletas anuais de efluentes líquidos pela SEMACE; laudos laboratoriais de efluentes líquidos da SEMACE com parâmetros fora dos padrões da legislação; supressão vegetal sem autorização em APP de recursos hídricos ou manguezais; supressão vegetal sem autorização fora de APP após a data de 22/07/2008 (para áreas rurais não consolidadas); descumprimento de condicionante de LO por ausência de entrega de PRADs e/ou PCMA's. Foi quantificado o número de irregularidades autuadas e não autuadas pela SEMACE no período, através da consulta de processos de autos de infração no SIGA.

A quantificação e a análise das denúncias atendidas relacionadas à atividade de carcinicultura, além das infrações ambientais ocorridas em manguezais, apicuns, salgados e margens de recursos hídricos, relacionadas aos empreendimentos de carcinicultura (por exemplo, desmatamentos/supressões vegetais, construção de estruturas, etc.), atendidas no período especificado, foram realizadas no módulo NATUUR-FISCALIZAÇÃO, Ocorrências, do sistema NATUUR da SEMACE, selecionando-se o número de denúncias atendidas, o período de criação das ocorrências e o município. A partir dessa consulta, foram geradas listas e planilhas eletrônicas contendo dados gerais de ocorrências de várias tipologias, sendo selecionadas manualmente as que tinham relação direta com a atividade de carcinicultura, sendo verificados os

dados dos empreendimentos, tipo da ocorrência, descrição da denúncia, datas de atendimento e resposta da ocorrência, status da ocorrência, coordenadas UTM, se houve vistoria em campo para atendimento, entre outras informações.

Em relação a esses processos de fiscalização ambiental, foi realizada a consulta na aba Consulta Pública de Processos de Fiscalização Ambiental no sítio eletrônico da SEMACE, filtrando por município, tipo de documento administrativo lavrado (auto de infração, notificação e termos) e data da infração. A partir dessa consulta, foram geradas listas e planilhas eletrônicas organizadas por tipo de documento lavrado, permitindo a análise dos dados dos empreendimentos, número dos processos, datas e descrição das infrações, entre outros aspectos.

4.3 Análise de Dados

Os dados e informações dos processos de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental das carcinoculturas analisadas foram tabulados e analisados em planilhas eletrônicas, sendo confeccionados quadros e gráficos de análise dos dados para discussão dos mesmos, objetivando verificar a regularidade ambiental dos empreendimentos quanto ao atendimento à legislação ambiental vigente no âmbito nacional, estadual e municipal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista a aplicação da metodologia proposta no presente trabalho, obteve-se os resultados que foram apresentados em gráficos e quadros. Com o objetivo de melhor compreensão, fez-se necessário avaliar os resultados obtidos para cada objetivo específico proposto no trabalho.

5.1 Licenciamento ambiental de carcinicaturas

No período de 01/01/2013 a 31/12/2023, a SEMACE emitiu um total de 53 licenças ambientais para carcinicaturas no município de Acaraú-CE, referentes a 29 fazendas distintas. Essas 29 carcinicaturas correspondem a 31 empresas ou empreendimentos diferentes. Desse total, observou-se que 02 estavam cadastrados na SEMACE com informações de CPF, enquanto 29 estavam registrados como pessoa jurídica (CNPJ).

Com base nos documentos dos processos de licenciamento analisados e nas imagens multitemporais do programa Google Earth (data da imagem: 10/07/2023), verificou-se que, das 29 carcinicaturas com licenças emitidas no período, apenas 01 não chegou a ser instalada até 31/12/2023 (3,44%), embora possuísse LI emitida. As demais 28 (96,56%) foram construídas nos endereços informados nos processos.

Essas 29 carcinicaturas com licenças emitidas ocupam uma área total de produção (área inundada/área de viveiros) de 1.067,45 ha e uma área útil total de 1.742,6 ha, abrangendo as três tipologias de carcinicultura. O número total de viveiros de cultivo de camarão descritos nos pareceres técnicos dos processos de licenciamento para as 29 fazendas foi 351, resultando em uma média de 12,10 viveiros por empreendimento.

Salienta-se que as carcinicaturas irregulares (sem nenhuma licença ambiental) foram analisadas somente através de imagens de satélite disponíveis no programa Google Earth, tendo em vista a ausência de processos de licenciamento na SEMACE para esses empreendimentos. De forma comparativa, Muhlert (2014) evidenciou em um estudo de indicadores de sustentabilidade ambiental que 08 carcinicaturas do estado de Sergipe operavam sem licença ambiental e ocupavam APP de manguezal, contrariando a Lei Federal nº 12.651/2012.

Conforme análise dos processos, a maior carcinicultura verificada apresentou área de produção/viveiros de 205,86 ha, com 26 viveiros de engorda escavados no solo (tanque escavado, código 02.01). Já a carcinicultura com o maior número de viveiros de engorda possuía 30

unidades, correspondendo a um empreendimento de porte Excepcional, classificado no código 02.02 (Carcinicultura – Produção em tanques revestidos).

Ressalta-se que, no período da pesquisa, houve um total de 11 pedidos de mudança de titularidade de empresas de carcinicultura. Desses, 03 processos (27,27%) referem-se a empresas que tiveram licenças emitidas, enquanto 08 (72,72%) não resultaram na emissão de licenças ambientais. As 03 mudanças de titularidade com licenças emitidas envolveram 06 empresas distintas e corresponderam a 03 fazendas de camarão em endereços diferentes, com 02 empresas vinculadas a cada local.

Verificou-se ainda que uma das empresas possuía 02 carciniculturas ou fazendas com manejos de cultivo distintos: uma do código 02.01 (tanque escavado no solo) e outra do código 02.03 (laboratório de larvicultura). As 29 carciniculturas com licenças emitidas no período estão localizadas na zona rural do município, conforme informações dos processos analisados.

Quanto ao número de licenças, os anos com maior quantidade de emissões foram 2014, com 18 licenças (33,96% do total), e 2022, com 12 licenças (22,64%), conforme apresentado no Figura 13. O Quadro 15 apresenta o número de licenças ambientais emitidas por tipologia de carcinicultura e por ano da pesquisa (2013-2023).

Figura 13 — Gráfico do número de licenças ambientais de carcinicultura (todos os códigos) emitidas por ano entre 2013 e 2023 em Acaraú, Ceará.



Fonte: Autor (2025).

Quadro 15 — Número de licenças ambientais emitidas por tipologia de carcinicultura e por ano da pesquisa (2013–2023).

Tipologia de carcinicultura (código da Resolução CO- EMA nº 02/2019)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
02.01 – Carcinicultura	0	9	5	7	0	1	1	1	0	8	3
02.02 – Carcinicultura – Pro- dução em tanques revestidos	0	8	0	2	0	0	0	0	0	4	0
02.03 – Carcinicultura – Labo- ratório de larvicultura	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Fonte: Autor (2025).

O ano de 2016 apresentou 09 licenças emitidas (16,98% do total). O ano de 2015 apresentou 05 licenças emitidas (9,43%), enquanto que o ano de 2023 apresentou 03 licenças (5,66%) e o ano de 2021 02 licenças (3,77%). Os anos de 2013, 2018, 2019 e 2020 apresentaram somente 01 licença emitida cada (1,88%). O ano de 2017 foi o único que não teve licenças emitidas nesse período para nenhum dos códigos definidos na aludida resolução (Figura 13).

A maior quantidade de licenças ambientais emitidas de carcinicultura (33, 62,26% do total) ocorreu nos primeiros 4 anos de pesquisa (2013 a 2016), em especial no ano de 2014, na vigência da Resolução COEMA nº 04, de 12 de abril de 2012, quando existia somente os códigos 02.01 – Carcinicultura e 02.02 – Carciniculturas – laboratórios de larvicultura, não existindo o código referente à carcinicultura/produção em tanques revestidos com possibilidade de recirculação de efluentes tratados no processo produtivo de forma parcial ou total.

De modo geral, observou-se que a maioria das 29 carciniculturas (28 efetivamente construídas) teve licenças ambientais emitidas nos anos de 2014 e 2022. Os pedidos de licença (LO, LI, REG LO, REN LO, REG LI, etc.) foram protocolados, em sua maioria, em anos anteriores aos dois acima citados, tais como os anos de 2013, 2018, 2019 e 2020.

O tempo de emissão das licenças pode ser explicado por fatores como: o período necessário para análise dos processos; a solicitação de documentos pendentes pela SEMACE por meio de ofícios, muitas vezes não entregues pelos empreendimentos nos prazos estabelecidos

(Ferraz & Filho, 2019) (Passos, 2010); a realização de vistorias técnicas nas carciniculturas pelo setor de licenciamento ambiental da autarquia e a baixa quantidade de técnicos responsáveis pela análise dos processos (grifo nosso).

Por outro lado, Alves & Braun (2013) citam que a burocracia e a passividade dos órgãos ambientais licenciadores representam as causas principais para o grande número de carciniculturas irregulares, tendo em vista que devido a demora na emissão das licenças ambientais, os empreendedores assumem o risco de instalar os projetos sem a emissão das licenças.

Também existiam conforme essa legislação acima citada a previsão legal somente das modalidades de licenciamento ordinário (LP, LI e LO) e a modalidade de Licença de Instalação e Operação (LIO) para carciniculturas definidas como de pequeno porte (área ocupada igual ou inferior a 2 ha), definida/regida pela Resolução COEMA nº 12/2002 (CEARÁ, 2002). Os anos de 2013, 2018, 2019 e 2020 só tiveram 01 licença emitida cada, sob a égide das Resoluções COEMA nº 04/2012, nº 10/2015 e nº 02/2019.

Nesse sentido, a maioria das licenças emitidas de carcinicultura (34 licenças, 64,15%) ocorreu nos 6 primeiros anos de pesquisa (2013-2018), antes de 2019, quando ainda não existiam na legislação as modalidades de licença ambiental do tipo Licença Ambiental Única – LAU e Licença por Adesão e Compromisso – LAC, surgidas somente na vigência da Resolução COEMA nº 02/2019, a partir de Abril/2019.

Os anos de 2019 a 2023 tiveram 19 licenças emitidas (35,84%), sendo 12 licenças emitidas somente no ano de 2022, na vigência na Resolução COEMA nº 02/2019. A licença emitida no ano de 2021 corresponde a uma LAC para empreendimento de carcinicultura do tipo laboratório de larvicultura, com uma área útil construída inferior a 5 ha.

Um dos poucos estudos abrangentes sobre o diagnóstico da situação dos empreendimentos de carcinicultura no Ceará em relação ao licenciamento ambiental foi realizado com dados de 2004 pelo IBAMA (2005). Esse levantamento identificou, em 2004, um total de 32 empreendimentos de carcinicultura no município de Acaraú-CE, dos quais 29 estavam em operação, 2 em fase de instalação e 1 desativado, abrangendo uma área total de 1.104,88 ha (IBAMA, 2005). Esse número representava uma parcela significativa dos 245 empreendimentos registrados em todo o estado do Ceará à época (IBAMA, 2005).

Desse total identificado em Acaraú, 13 empreendimentos não possuíam qualquer licença ambiental, sendo 11 em operação e 2 em instalação (IBAMA, 2005). Já os 18 empreendi-

mentos licenciados apresentavam diferentes estágios de regularização: 1 com Licença Prévia (LP), 2 com Licença de Instalação (LI) e 15 com Licença de Operação (LO) (IBAMA, 2005). Além disso, para 1 empreendimento, não foi possível determinar a existência de licenciamento vigente.

Nesse sentido, em termos comparativos, a quantidade de licenças ambientais para carcinicultura emitidas pela SEMACE no período de 2013 a 2023, 53 licenças para um total de 29 carciniculturas, foi superior ao número registrado pelo IBAMA (2005), que apontou 18 licenças para 18 carciniculturas no ano de 2004. Em relação ao número de empresas ou empreendimentos distintos, o levantamento de 2004 ($n = 18$) também apresentou valor inferior ao identificado no presente estudo ($n = 29$) para o período de 2013 a 2023.

Observou-se ainda que, no intervalo analisado de 11 anos da pesquisa, algumas empresas ou empreendimentos de carcinicultura em Acaraú obtiveram mais de uma licença ambiental. Foram 53 licenças emitidas para 29 fazendas de camarão pertencentes a 31 empresas distintas. No estudo do IBAMA (2005), por outro lado, verificou-se que cada empresa possuía apenas uma licença (18 licenças para 18 empresas), não sendo analisado o número de renovações ou regularizações de licença ao longo de um período específico.

Mais recentemente, um estudo desenvolvido em 2021 pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2022) registrou um total de 61 fazendas de camarão instaladas no município de Acaraú-CE. No entanto, o levantamento não detalhou o número de empreendimentos regularizados ambientalmente, ou seja, aqueles que possuíam ou não licença ambiental.

A presente pesquisa, referente ao período de 2013 a 2023, identificou 28 carciniculturas efetivamente instaladas e 01 não instalada no município, todas com licença ambiental emitida ou válida. No total, foram emitidas 53 licenças ambientais no período. Em 2021, verificou-se a existência de 14 carciniculturas instaladas com licença válida, sendo 02 com licenças emitidas naquele ano e 12 com licenças anteriores ainda vigentes, e outras 14 instaladas sem licença válida. Esses números consideram o total de 53 licenças emitidas para 29 carciniculturas entre 2013 e 2023, abrangendo os três códigos analisados.

Assim, considerando o total de 61 carciniculturas identificadas pelo estudo da ABCC (2022), constatou-se que 47 delas estavam sem licença válida no ano de 2021, conforme os dados da presente pesquisa. No período de estudo, foram identificados 31 empresas distintas que administraram 29 fazendas de camarão com licenças ambientais emitidas para a atividade

de carcinicultura no município, totalizando as 53 licenças concedidas (Quadro 16). Esses licenciamentos abrangem os três códigos da carcinicultura descritos na Resolução COEMA nº 02/2019. Algumas empresas obtiveram mais de uma licença ambiental, distribuídas entre diferentes tipologias da atividade. O Quadro 16 apresenta o número de empresas/empreendimentos de carcinicultura, com o número de processos/licenças emitidas por empresa e o número total de licenças emitidas.

Quadro 16 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de licenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE.

Número de empresas com licenças emitidas	Número de licenças por empresa	Número total de licenças
3 empresas	3	9
11 empresas	2	22
16 empresas	1	16
1 empresa	6	6
Total: 31 empresas	—	53

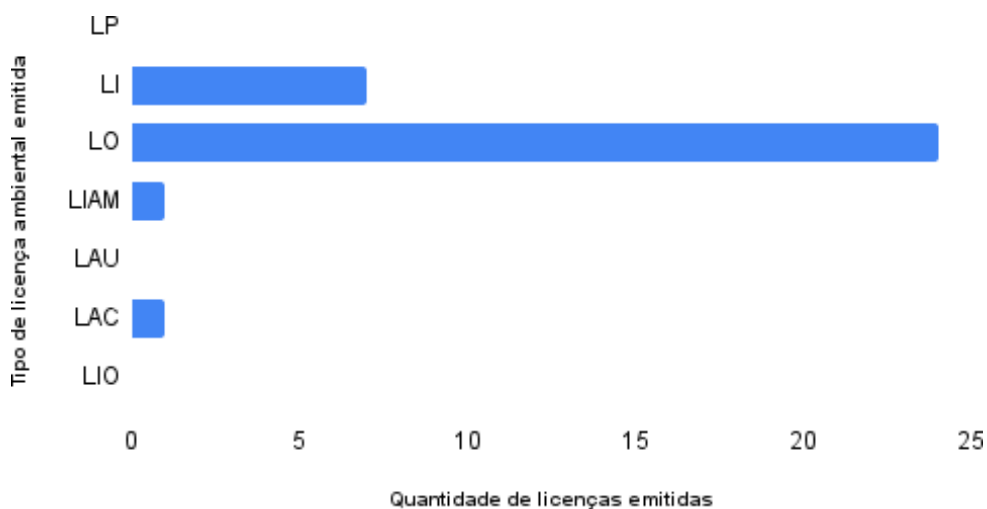
Fonte: Autor (2025).

Em relação às modalidades/tipologias de licenças ambientais, considerando os 03 códigos de carcinicultura estabelecidos na Resolução COEMA nº 02/2019, observou-se que a modalidade de Licença de Operação (LO) apresentou o maior número (42 licenças), correspondendo a 79,24% do total (53) (Figura 14).

Em trabalho semelhante, Silveira *et al.* (2017) encontraram em um período de 11 anos (2005-2015), um número total de licenças ambientais emitidas bem superior ao presente estudo (698), mas sendo realizado em diversos municípios do estado do Rio Grande do Norte, verificando também que a maioria das licenças emitidas eram do tipo LO, na forma de regularização ambiental e para carciniculturas de porte médio.

A modalidade de Licença de Instalação (LI) apresentou o segundo maior valor absoluto (10 licenças), sendo 06 LI emitidas pela primeira vez e 04 emitidas na forma de licença

Figura 14 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para todos os códigos da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

de instalação para ampliação de carciniculturas já existentes (LIAM), correspondendo as 10 LI ao valor de 18,86% do total (53), enquanto que a modalidade de LAC só teve 01 licença emitida (1,88%) do total (53), correspondendo a um laboratório de larvicultura, código 02.03 da Resolução COEMA nº 02/2019 (Figura 14).

As modalidades Licença Prévia (LP), Licença Ambiental Única (LAU) e Licença de Instalação e Operação (LIO) não foram emitidas para nenhuma carcinicultura do município no período considerado. Foram emitidas 04 licenças de instalação do tipo LIAM, referentes a ampliações de carciniculturas já existentes.

Em relação aos tipos de processos de licenciamento ambiental protocolados na SEMACE no período, observou-se que do total de 53 processos protocolados/licenças emitidas, a maior quantidade (20, 37,73%) foram do tipo REG LO, enquanto que os processos/licenças na forma de REN LO foram 19 (35,84%). Os processos de REG LI foram 06 (11,32%), os de solicitação de LIAM foram 04 (7,54%), enquanto que os de solicitação de LO pela primeira vez foram 03 (5,66%) e de LAC foi 01 processo/licença emitida (1,88%) (Figura 15).

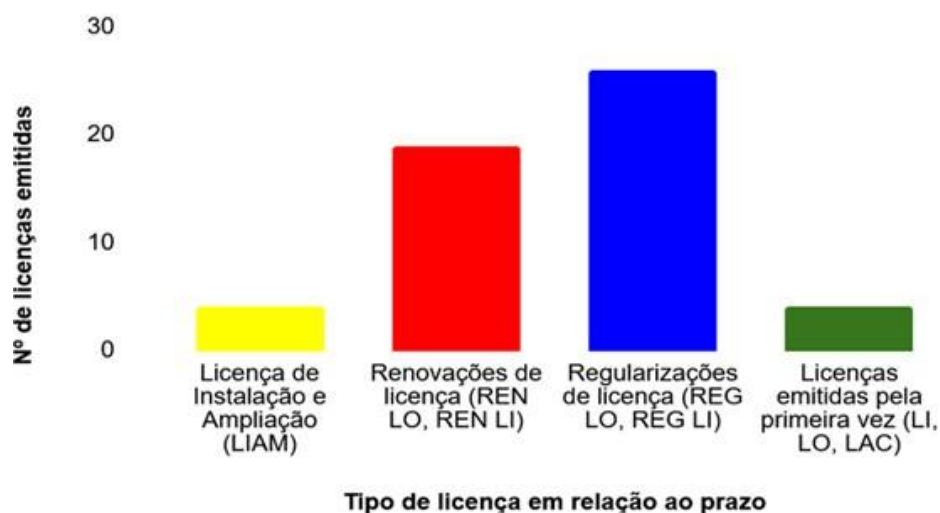
Figura 15 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por tipo de processo de licenciamento protocolado na SEMACE para todos os códigos da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

Corroborando os dados apresentados, quanto ao atendimento à legislação ambiental vigente sobre a validade das licenças e seus processos de renovação, observou-se o seguinte: de acordo com os prazos estabelecidos, 60 dias antes da expiração para LI e LAC, e 120 dias para LO, verificou-se que, do total de 53 licenças emitidas no período para todos os códigos, 19 (35,84%) foram emitidas como renovação de licenças anteriores. As solicitações de renovação foram protocoladas dentro do prazo de 120 dias antes do vencimento das licenças anteriores, conforme determina a Resolução CONAMA nº 237/1997, atendendo, portanto, à legislação federal vigente. No entanto, a maior parte das licenças emitidas, 26 (49,05%), foram emitidas na forma de regularização, sendo 06 (11,32%) licenças emitidas na forma de REG LI e 20 (37,73%) emitidas na forma de REG LO. Essas regularizações ocorrem quando as carciniculturas perdem o prazo de 60 dias (LI e LAC) ou 120 dias (LO) para renovação das licenças anteriores. O número de licenças emitidas pela primeira vez foi 04 (7,54%), sendo 03 LO e 01 LAC, enquanto que as licenças emitidas para ampliação de carciniculturas (LIAM) foram 04 (7,54%) (Figura 16).

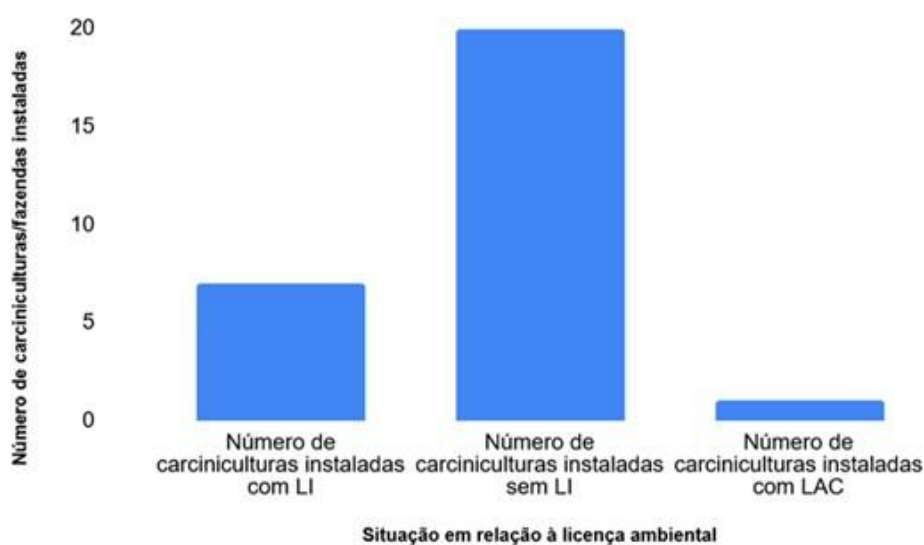
Figura 16 — Gráfico da quantidade de licenças emitidas no período da pesquisa na forma de regularização, renovação e licenças emitidas pela primeira vez para os empreendimentos de carcinicultura de Acaraú-CE, considerando todos os códigos da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

Do total de 28 carciniculturas ou fazendas efetivamente instaladas com licenças ambientais emitidas no período da pesquisa, verificou-se que 07 (25% do total) foram construídas com a devida emissão de LI. Outras 20 (71,42%) foram instaladas sem a emissão dessa licença, sendo, portanto, construídas de forma irregular. Além disso, 01 empreendimento (3,57%) foi instalada no ano de 2021 com emissão de LAC (Figura 17).

Figura 17 — Gráfico da quantidade de carciniculturas instaladas em relação à situação quanto à licença ambiental



Fonte: Autor (2025).

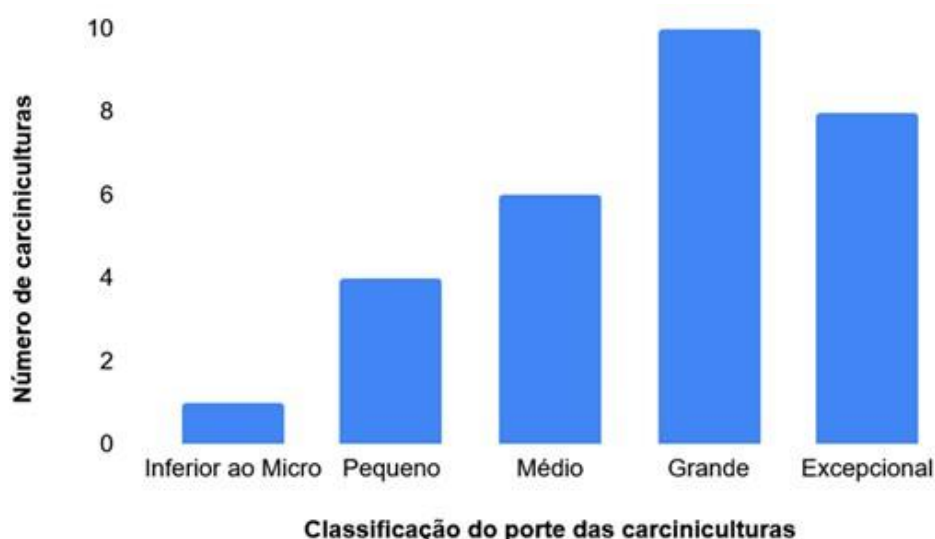
Quanto à ampliação das carciniculturas já existentes no período da pesquisa, observou-se que, das 28 fazendas construídas, 06 (21,42%) foram ampliadas. Dessas, 04 (14,28%) receberam Licença de Instalação e Ampliação (LIAM), enquanto 02 (7,14%) foram ampliadas sem a emissão de LIAM, irregularmente. Das 04 fazendas ampliadas com LIAM, 02 tiveram ampliação antes de 22/07/2008 e 02 após essa data, conforme análise de imagens multitemporais do *software Google Earth*.

Das 02 fazendas ampliadas sem LIAM, uma chegou a protocolar o processo, mas a licença não foi emitida pela SEMACE devido à falta de entrega da documentação necessária à análise. Essas duas carciniculturas foram ampliadas sem LIAM após 22/07/2008, conforme evidenciado nas imagens analisadas.

Em relação aos portes dos empreendimentos de carcinicultura descritos no Anexo III da Resolução COEMA nº 02/2019, verificou-se que, do total de 29 carciniculturas com licenças emitidas, 10 são de porte Grande (34,48%), 08 de porte Excepcional (22,22%), 06 de porte Médio (20,68%), 04 de porte Pequeno (13,79%) e 01 de porte inferior ao Micro (3,44%).

Essa última corresponde a uma carcinicultura do tipo Laboratório de larvicultura (código 02.03) (Figura 18).

Figura 18 — Gráfico quantitativo de carciniculturas com licenças emitidas (29) em relação à classificação quanto ao porte dos empreendimentos, segundo a Resolução COEMA nº 02/2019, considerando os 03 códigos.



Fonte: Autor (2025).

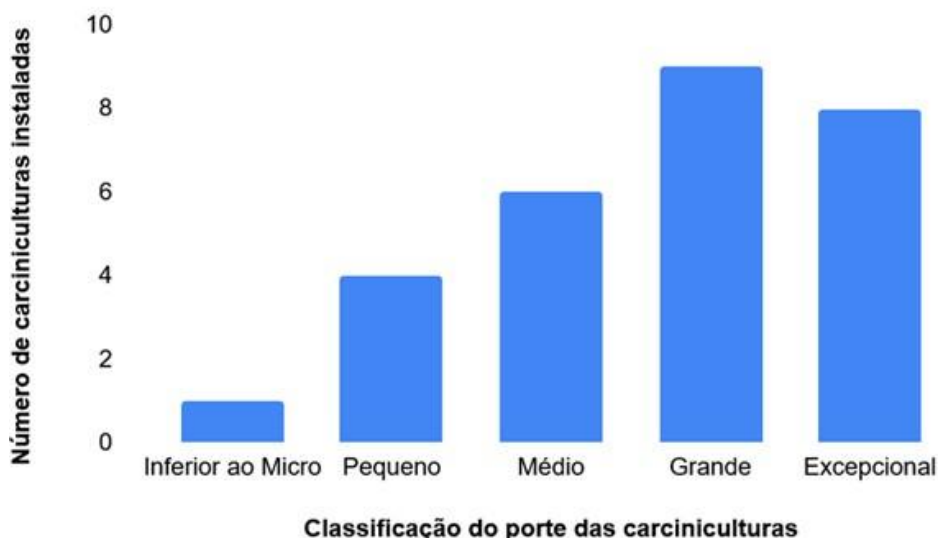
Observou-se que a maioria das carciniculturas com licenças emitidas (10; 34,48%) possui áreas inundadas de viveiros acima de 50 ha, correspondendo aos portes Grande e Excepci-

onal para o código 02.01. Dessas, 07 são de porte Grande, com áreas entre 50 ha e 100 ha, e 03 de porte Excepcional, acima de 100 ha, caracterizando áreas de produção relativamente grandes. Por outro lado, a carcinicultura do tipo Laboratório de larvicultura apresentou porte inferior a 0,5 ha (5.000 m²), menor que o porte Micro, evidenciando a necessidade de menor área de cultivo para as fases larvárias do camarão quando comparado aos indivíduos juvenis e adultos (grifo nosso).

Considerando as fazendas efetivamente instaladas (28), observou-se em relação aos portes dos empreendimentos, um total de 09 carciniculturas de porte Grande (Gr) (32,14% do total de 28 carciniculturas), 08 de porte Excepcional (Ex) (28,57%), 06 carciniculturas de porte Médio (Me) (21,42%), 04 carciniculturas de porte Pequeno (Pe) (14,28%) e 01 fazenda de porte caracterizado como inferior ao porte Micro (Mc) (3,57%), sendo essa uma carcinicultura do tipo Laboratório de larvicultura (código 02.03), conforme descrito na Figura 19.

Observou-se que a maioria das carciniculturas efetivamente instaladas (10, 35,71%) possui áreas inundadas de viveiros acima de 50ha (portes grande e excepcional) para o código 02.01 (07 de porte grande, entre 50ha e 100ha; 03 de porte excepcional, acima de 100ha), sendo áreas de produção/inundadas relativamente grandes (grifo nosso), enquanto que 1 carcinicultura do tipo laboratório de larvicultura apresentou porte inferior a 0,5ha (5.000m²), inferior ao porte Micro.

Figura 19 — Gráfico do quantitativo de carciniculturas efetivamente instaladas com licenças emitidas (28) em relação à classificação quanto ao porte dos empreendimentos, segundo a Resolução COEMA nº 02/2019, considerando os 03 códigos



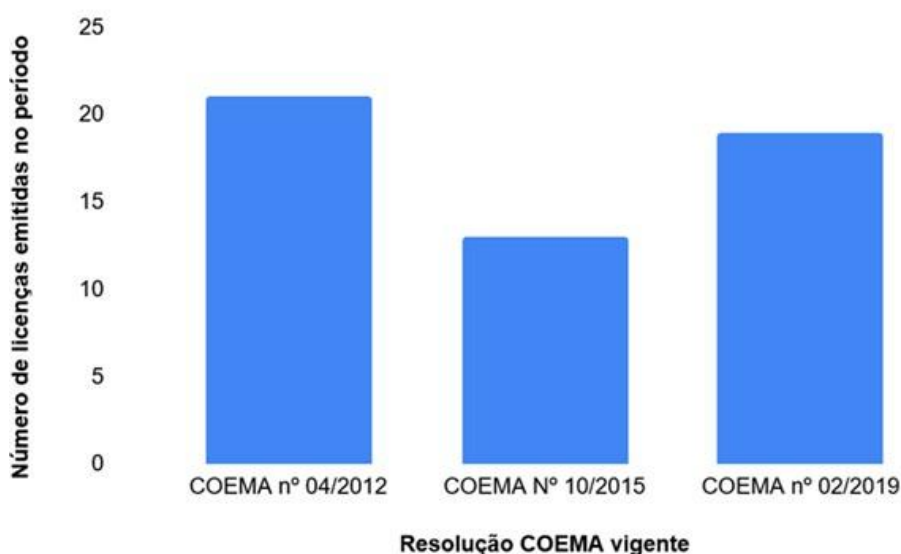
Fonte: Autor (2025).

Nesse sentido, observou-se que cerca da metade das licenças emitidas (26) referentes as 29 carciniculturas no período tratavam-se de regularizações ambientais, ou seja, fazendas de carcinicultura que iniciaram a construção sem licença ou que perderam o prazo de validade das licenças de operação, indicando o início de construção da infraestrutura de carciniculturas sem análise prévia dos projetos executivos e da análise dos impactos ambientais adversos pelo órgão ambiental competente, como também a ausência de análise técnica prévia dos projetos de manejo e cultivo dos animais aquáticos e dos programas de controle e gestão ambiental dos empreendimentos já operantes, após a expiração da validade das LO anteriores.

De forma semelhante, Ferraz & Filho (2019) identificaram em estudo do licenciamento ambiental de carciniculturas no estado da Bahia que a maioria das carciniculturas analisadas também solicitaram regularização de licença ambiental após a instalação e início de operação das mesmas.

Gráficovigente à época da emissão das licenças, verificou-se que, do total das 53 licenças emitidas para as 29 carciniculturas, 21 licenças foram emitidas na vigência da Resolução COEMA nº 04/2012, 13 licenças foram emitidas na vigência da Resolução COEMA nº 10/2015 e 19 licenças na vigência da Resolução COEMA nº 02/2019 (Figura 20).

Figura 20 — Gráfico da quantidade de licenças emitidas no período da pesquisa para os empreendimentos de carcinicultura de Acaraú-CE, considerando a Resolução COEMA vigente à época da emissão das licenças, considerando todos os códigos.



Fonte: Autor (2025).

Nesse sentido, o maior número de licenças (21, 39,62%) foi emitido na vigência

da Resolução COEMA nº 04/2012, quando ainda não existia previsão legal do código da carcinicultura referente aos tanques revestidos (impermeabilizados), no caso com regime fechado e sistema de tratamento dos efluentes, com possibilidade de recirculação parcial ou total dos efluentes no processo de cultivo. Considerando as duas primeiras resoluções do COEMA, observa-se que mais da metade das carciniculturas (34, 64,15%) estavam com licenciamento ambiental regular na vigência de legislações estaduais que não previam o incentivo a uma gestão ambiental eficiente em relação aos efluentes poluidores.

Segundo Silveira *et al.* (2017), em um estudo de diagnóstico do licenciamento ambiental de carciniculturas no estado do Rio Grande do Norte no período de 2005 a 2015, também foi verificado uma grande quantidade de licenças emitidas na forma de regularização, indicando a perda dos prazos legais e o funcionamento de carciniculturas sem licença ambiental válida.

Nesse sentido, conforme Silveira *et al.* (2017), Ferraz & Filho (2019) e a presente pesquisa realizada para o município de Acaraú-CE, as licenças ambientais de carcinicultura emitidas na forma de regularização ambiental representam o não atendimento à legislação ambiental vigente no que se refere aos prazos de validade das licenças, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 237/1997 e na Resolução COEMA nº 02/2019 para o estado do Ceará.

Em relação ao número de processos de licenciamento ambiental com licenças indeferidas no período pela SEMACE, do total de 62 processos de licenciamento protocolados, 09 processos (14,51%) tiveram parecer técnico ou relatório técnico de indeferimento, não sendo emitidas as licenças, enquanto que 53 processos (85,48%) tiveram licenças emitidas para um total de 29 fazendas de camarão. As 09 licenças indeferidas foram referentes a processos de um total de 07 fazendas de camarão (24,13% das 29 carciniculturas com licenças emitidas e 25% das 28 carciniculturas efetivamente instaladas). Do total dos 09 pedidos de licença indeferidos, 07 (77,77%) foram pedidos relacionados à licença de operação (05 processos de REN LO, 01 de LO e 01 de REG LO), além de 02 processos (22,22%) referentes à licença de instalação (01 de REG LI e 01 de LIAM) (Figura 21).

Em relação ao número de processos indeferidos por empresa, verificou-se que 01 empresa/carcinicultura teve 03 processos indeferidos e 06 empresas tiveram 01 processo/licença indeferido cada uma (Quadro 17).

Figura 21 — Gráfico da quantidade de licenças indeferidas em relação ao quantitativo de licenças emitidas no período da pesquisa para os empreendimentos de carcinicultura de Acaraú-CE.



Fonte: Autor (2025).

Quadro 17 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de licenças ambientais indeferidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú-CE.

Número de empresas com licenças indeferidas	Número de processos por empresa	Número total de licenças indeferidas
1 empresa	3	3
6 empresas	1	6
Total: 7 empresas	—	9

Fonte: Autor (2025).

O estudo desenvolvido por Ferraz & Filho (2019) verificou, entretanto, somente 02 (13,3%) licenças indeferidas de um total de 15 processos analisados de 06 carciniculturas distintas no estado da Bahia, sendo a proporção de licenças indeferidas semelhante ao presente estudo (14,51%), apesar do número diferente de processos analisados.

A análise dos processos de licenças ambientais indeferidos pela SEMACE permitiu identificar diversos fatores motivadores para o indeferimento. Entre eles, destacam-se a ausência

de entrega de documentos essenciais, como plantas georreferenciadas, memoriais descritivos, anuências municipais, comprovante do CAR, PCMA, PRAD, projeto estrutural da bacia de sedimentação e laudos de análise de água dos viveiros. Foram observadas também inconsistências nas informações de áreas e layouts dos projetos executivos de Licença de Instalação (LI) (grifo nosso).

No que se refere à análise prévia de documentos, projetos e estudos ambientais, Araújo; Lopes; Bastos (2016) citam a segurança jurídica questionável do processo de licenciamento ambiental de carciniculturas devido à fragilidade da interação entre os órgãos públicos afins ao licenciamento.

Outro fator foi a sobreposição das áreas dos viveiros com Áreas de Preservação Permanente (APPs) de rios ou manguezais (Santos, 2020) (De Lacerda *et al.*, 2021). Além disso, constatou-se a ausência de comprovação, por parte dos empreendedores, da apresentação de projetos de restauração estrutural em bacias de sedimentação e diques de viveiros, bem como a falta de manutenção ou adequação da estrutura do canal de despesca dos viveiros (grifo nosso). Por fim, verificou-se que alguns empreendimentos haviam ampliado viveiros antes da emissão da respectiva LIAM (grifo nosso).

5.1.1 Código 02.01 – Carcinicultura

Ao analisar o quantitativo de licenças por código da Resolução COEMA nº 02/2019, verificou-se que, do total das 29 carciniculturas/fazendas de camarão com licenças emitidas no município, 20 (68,96% de 29) são classificadas no código 02.01 – Carcinicultura, referentes aos empreendimentos de tanques escavados no solo, sem impermeabilização dos fundos dos viveiros. As outras 09 fazendas de camarão são classificadas nos códigos 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos e 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura.

Foram emitidas no período um total de 35 licenças ambientais (66,03% de 53) para essas 20 carciniculturas desse código 02.01. Essas 35 licenças foram concedidas a um total de 21 empresas distintas, tendo em vista que 02 dessas empresas ocuparam a mesma fazenda no período analisado. O Quadro 17 apresenta o número total de licenças emitidas por empresa para o código 02.01.

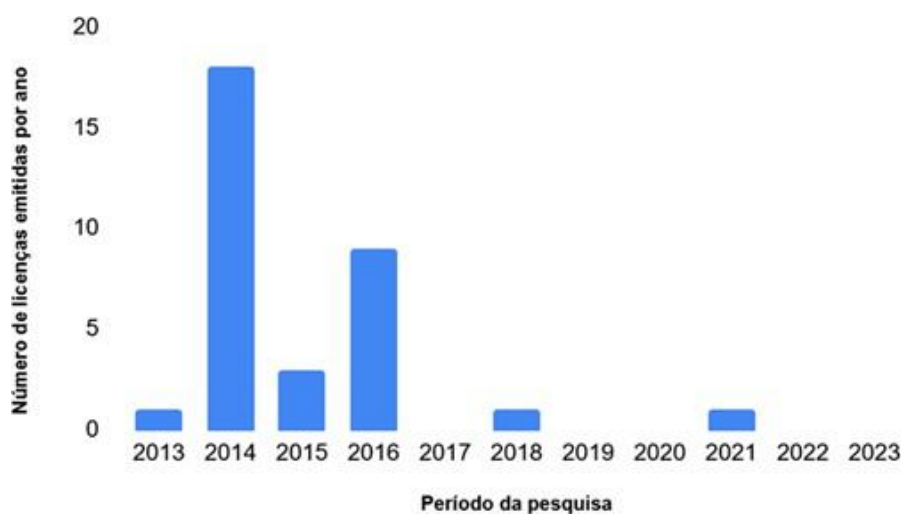
Quadro 18 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de licenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE para o código 02.01 – Carcinicultura.

Número de empresas com licenças emitidas	Número de licenças por empresa	Número total de licenças
6 empresas	2	12
11 empresas	1	11
4 empresas	3	12
Total (21 empresas)	—	35

Fonte: Autor (2025).

Em relação ao número de processos/licenças emitidas por ano específicas para o código 02.01. – Carcinicultura, o ano de 2014 (09 licenças emitidas) e o ano de 2022 (08 licenças emitidas) foram os anos que apresentaram os maiores valores, correspondendo a 25,71% e 22,85%, respectivamente, do total para o código (35) (Gráfico 10). O ano de 2016 apresentou 07 licenças emitidas (20%) e o ano de 2015 apresentou 05 licenças emitidas (14,28%). O ano de 2023 apresentou 03 licenças emitidas (8,57%). Os anos de 2018, 2019 e 2020 apresentaram 01 licença emitida cada um (2,85%) e os anos de 2013, 2017 e 2021 não apresentaram nenhuma licença ambiental emitida de carcinicultura (Figura 22).

Figura 22 — Gráfico do número de licenças ambientais (35) de carcinicultura emitidas por ano no período da pesquisa (2013-2023) para o código 02.01 - Carcinicultura.

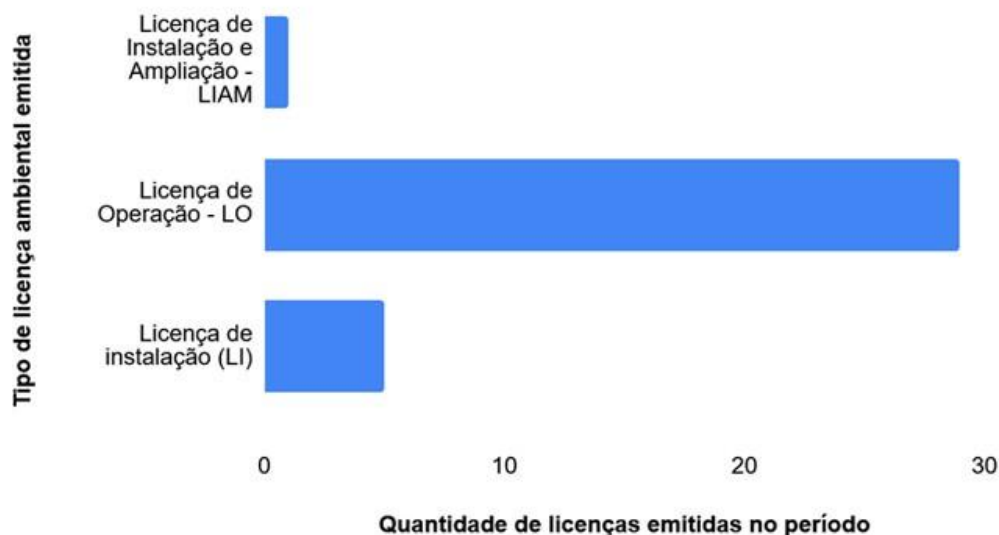


Fonte: Autor (2025).

Em relação às modalidades/tipologias de licenças ambientais emitidas, considerando somente o código 02.01 – Carcinicultura, observou-se que a modalidade de Licença de Operação (LO) apresentou o maior número de licenças emitidas para as 20 carciniculturas/fazendas de camarão (29 licenças), correspondendo a 82,85% do total (35) (Gráfico 11).

A modalidade de Licença de Instalação (LI) apresentou o segundo maior valor absoluto (06 licenças emitidas), correspondendo a 17,14% do total (35) (Gráfico 10). As modalidades Licença Prévia (LP), Licença Ambiental Única (LAU) e Licença de Instalação e Operação (LIO) não foram emitidas para nenhuma carcinicultura do município no período considerado. Do total de 06 LI, uma delas (16,66% de 06 e 2,85% do total de 35) foi emitida para uma das 20 fazendas na forma de Licença de Instalação e Ampliação – LIAM de empreendimento já existente (Figura 23).

Figura 23 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para o código 02.01 – Carcinicultura da Resolução COEMA nº 02/2019

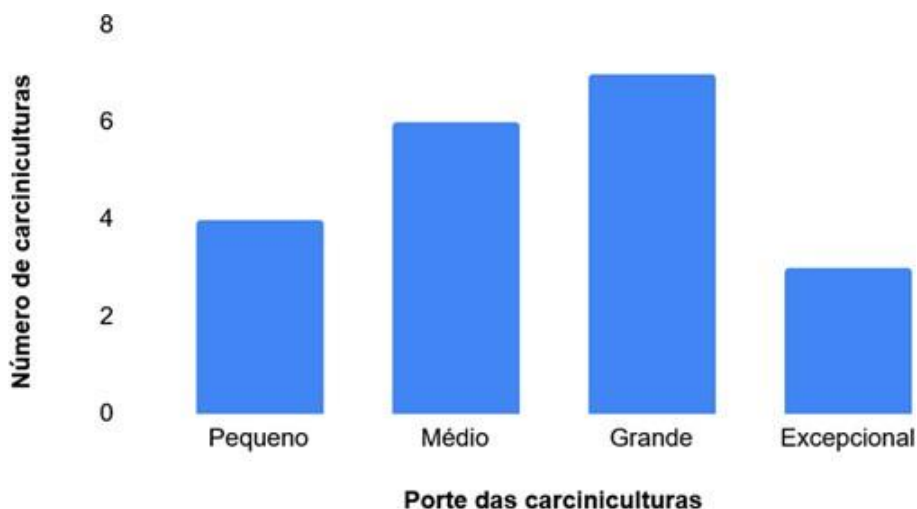


Fonte: Autor (2025).

O código 02.01 referente a carciniculturas de tanque escavado não possuiu no período processos novos de solicitação de autorização/aprovação da localização de novos projetos de carcinicultura, não sendo emitidas licenças prévias (LP) no período. Tendo em vista o fato da maioria das carciniculturas desse código possuírem extensas áreas ocupadas por viveiros (áreas inundadas), também não houve emissão de LIO no período, tendo em vista que essa modalidade refere-se a carciniculturas de pequeno porte (áreas ocupadas de até 2 ha), conforme as Resoluções COEMA nº 12/2002 (Ceará, 2002) e nº 02/2002 (Ceará, 2002). Não foram emitidas LAU no período para as carciniculturas do código 02.01, tendo em vista que essa modalidade de licença ambiental só é prevista para as fazendas de camarão do tipo laboratório de larvicultura (código 02.03) com porte classificado como Micro (entre 1 e 3 ha de área útil construída), sendo que essa classificação de porte não é prevista para as carciniculturas do código 02.01, conforme o Anexo III da Resolução COEMA nº 02/2019 (CEARÁ, 2019).

Em relação aos portes das carciniculturas classificadas no código 02.01, para o total de 20 fazendas de camarão desse código, foi verificado um total de 07 carciniculturas de porte Grande (Gr) (35% do total de 20 carciniculturas do código 02.01), 03 de porte Excepcional (Ex) (15%), 06 carciniculturas de porte Médio (Me) (30%) e 04 carciniculturas de porte Pequeno (Pe) (20%) (Figura 24).

Figura 24 — Gráfico da classificação do porte das carcinicaturas do Código 02.01 da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

5.1.2 Código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos

O número de processos/licenças ambientais emitidas de carcinicultura para o código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos foi 14 no período analisado, de um total de 09 empresas. Entretanto, observou-se que uma das carcinicaturas desse código 02.02 não chegou a ser instalada, embora tivesse 01 licença ambiental emitida (LI). Ademais, desse total de 09 empresas/fazendas de camarão, verificou-se que 02 delas teve mudança de titularidade/administração, sendo que essas 02 carcinicaturas já tinham sido contabilizadas como sendo do código 02.01. Dessa forma, o número total de carcinicaturas efetivamente construídas classificadas no código 02.02 foram 06, com um total de 14 licenças emitidas no período.

As 14 licenças emitidas para o código 02.02 referem-se a um total de 09 empresas distintas, com diferentes números de licenças emitidas cada uma, conforme descrito no Quadro 19.

Quadro 19 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de licenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE para o código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos.

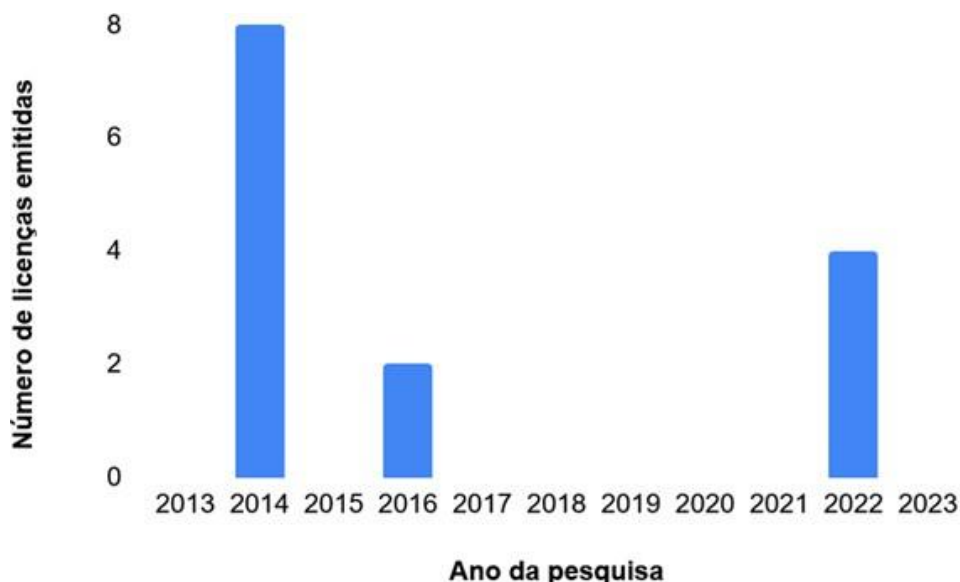
Número de empresas com licenças emitidas	Número de licenças por empresa	Número total de licenças
5 empresas	2	10
1 empresa	1	1
3 empresas	1	3
Total (9 empresas)	—	14

Fonte: Autor (2025).

Em relação ao número de processos/licenças emitidas por ano para o código 02.02. – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos, considerando as carciniculturas efetivamente instaladas e as mudanças de titularidade, o ano de 2014 (08 licenças emitidas) foi o que apresentou o maior quantitativo, correspondendo a 57,14% do total para esse código (14). O ano de 2022 apresentou o segundo maior valor (04 licenças emitidas, 28,57%) e no ano de 2016 verificou-se o terceiro maior valor (02 licenças emitidas, 14,28%) (Gráfico 13).

Os anos de 2013, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 e 2023 não apresentaram nenhuma licença ambiental emitida de carcinicultura para esse código, não apresentando nenhum processo de licenciamento nesse período (Figura 25).

Figura 25 — Gráfico do número de licenças ambientais de carcinicultura emitidas por ano no período da pesquisa (2013-2023) para carciniculturas efetivamente instaladas do código 02.02– Carcinicultura – Produção em tanque revestido

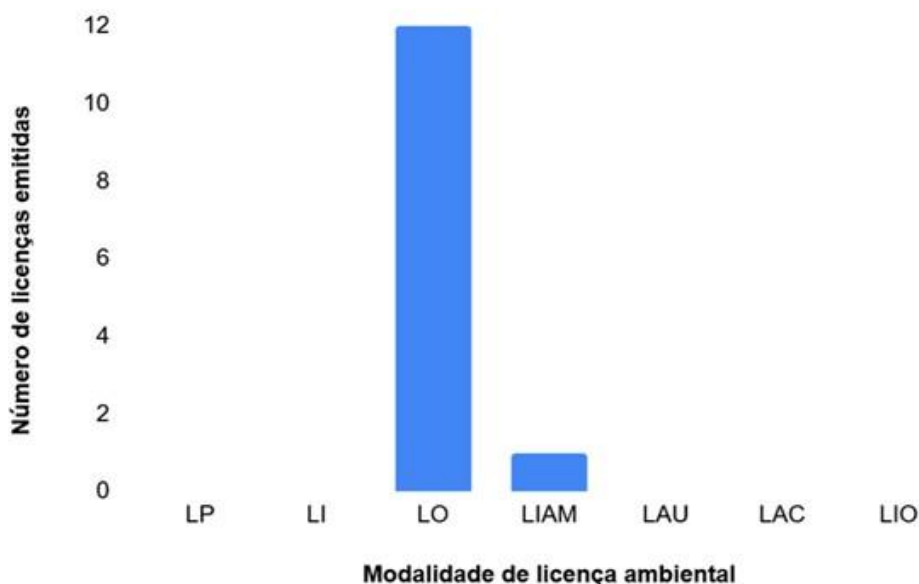


Fonte: Autor (2025).

Em relação às modalidades/tipologias de licenças ambientais emitidas, considerando somente o código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos estabelecido na Resolução COEMA nº 02/2019, observou-se que a modalidade de Licença de Operação (LO) apresentou o maior número (12 licenças emitidas), correspondendo a 85,71% do total (14). A modalidade de Licença de Instalação (LI) apresentou 02 licenças emitidas, sendo 01 LI e 01 LIAM, correspondendo a 14,28% do total (14).

Quanto às modalidades/tipologias de licenças ambientais emitidas para as carciniculturas do código 02.02, considerando as carciniculturas efetivamente instaladas e as mudanças de titularidade, a modalidade de Licença de Operação (LO) apresentou o maior número (12 licenças emitidas), correspondendo a 92,30% do total (13) (Gráfico 13). A modalidade de Licença de Instalação (LI) apresentou 01 licença emitida, sendo 01 LIAM, correspondendo a 6,69% do total (13) (Figura 26).

Figura 26 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinicultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para carciniculturas efetivamente instaladas do código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos da Resolução COEMA nº 02/2019

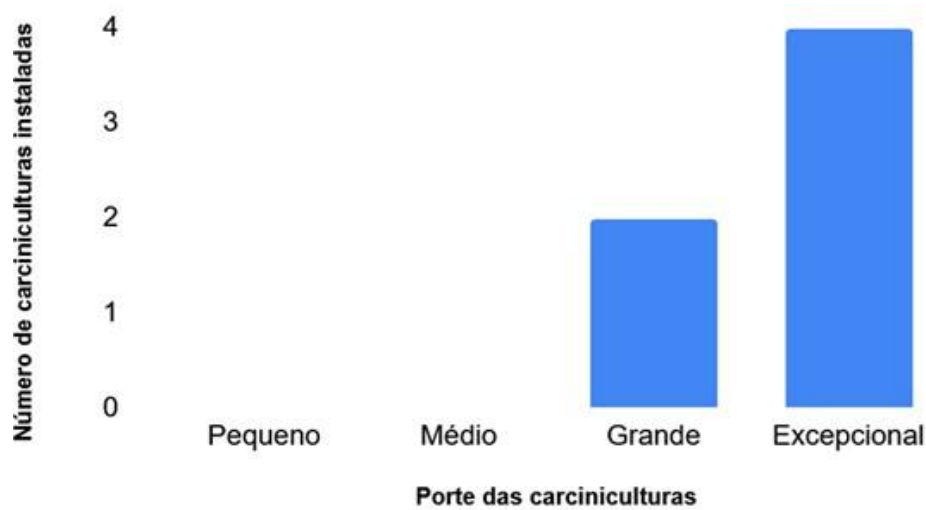


Fonte: Autor (2025).

Verificou-se que as modalidades Licença Prévia (LP), Licença Ambiental Única (LAU), Licença por Adesão e Compromisso – LAC e Licença de Instalação e Operação (LIO) não foram emitidas para nenhuma carcinicultura do município no período considerado.

Em relação aos portes dos empreendimentos, para o código 02.02 – Carcinicultura – Produção em tanques revestidos, foi verificado um total de 02 carciniculturas de porte Grande (Gr) (33,33% do total de 06 carciniculturas efetivamente instaladas do código 02.02) e 04 de porte Excepcional (Ex) (66,66%), verificando-se que a maioria dessas carciniculturas possuíam áreas de produção superiores a 1 ha (10.000 m²), conforme o Anexo III da Resolução COEMA nº 02/2019 (Figura 27). Salienta-se que 03 empresas/empreendimentos cadastrados nesse código não foram contabilizados, tendo em vista que um deles não foi instalado e os outros dois tratavam-se de carciniculturas que solicitaram mudança de titularidade de empresas e já tinham sido contabilizados no código 02.01. Diante disso, o número de carciniculturas (fazendas) efetivamente contabilizadas nesse código foi 06 e não 09.

Figura 27 — Gráfico da classificação do porte das carciniculturas do Código 02.02 da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

5.1.3 Código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de Larvicultura

Foram emitidas um total de 04 licenças ambientais de carcinicultura no período de 2013-2023 em Acaraú-CE para o código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura, para um total de 02 empresas/empreendimentos distintos, sendo que 01 empresa possuiu 03 processos/licenças ambientais emitidas (02 LO e 01 LIAM) e 01 empresa possuiu 01 licença emitida (LAC) (Quadro 20).

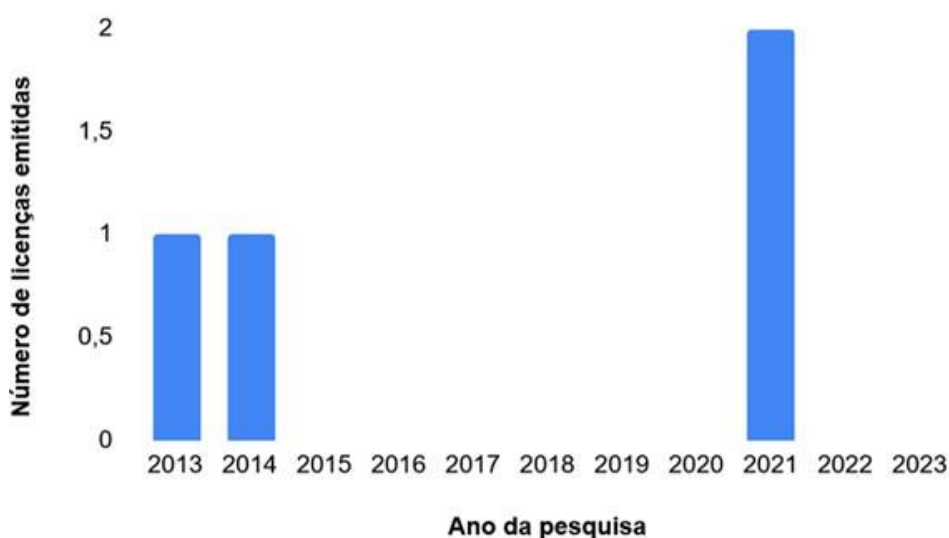
Quadro 20 — Número de empresas de carcinicultura em relação ao número total de licenças ambientais emitidas no período de 2013–2023 no município de Acaraú–CE para o código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura.

Número de empresas com licenças emitidas	Número de licenças por empresa	Número total de licenças
1 empresa	1	1
1 empresa	3	3
Total (2 empresas)	—	4

Fonte: Autor (2025).

Em relação ao número de processos/licenças emitidas por ano para o código 02.03. – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura, o ano de 2021 (02 licenças emitidas) foi o que apresentou o maior quantitativo, correspondendo a 50% do total para esse código (04). Os anos de 2013 e 2014 apresentaram uma licença cada, correspondendo ao valor de 25% cada. Os anos de 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 e 2023 não tiveram licenças emitidas para carciniculturas desse código (Figura 28).

Figura 28 — Gráfico do número de licenças ambientais de carcinicultura emitidas por ano no período da pesquisa (2013-2023) para o código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura.



Fonte: Autor (2025).

Observou-se de uma forma geral que o quantitativo de empreendimentos de carcinicultura do tipo laboratório de larvicultura foi baixo quando comparados às carciniculturas de tanque escavado e tanque revestido, tendo em vista que os laboratórios fornecem as pós-larvas destinadas aos cultivos nos berçários e viveiros de engorda das carciniculturas convencionais. Nesse sentido, a quantidade de fazendas de camarão com viveiros de engorda (26 fazendas instaladas e operantes), no caso, as carciniculturas dos códigos 02.01 e 02.02 que possuem licença ambiental da SEMACE, foram superiores aos empreendimentos do tipo laboratório de larvicultura (02 laboratórios) no município de Acaraú-CE no período da pesquisa.

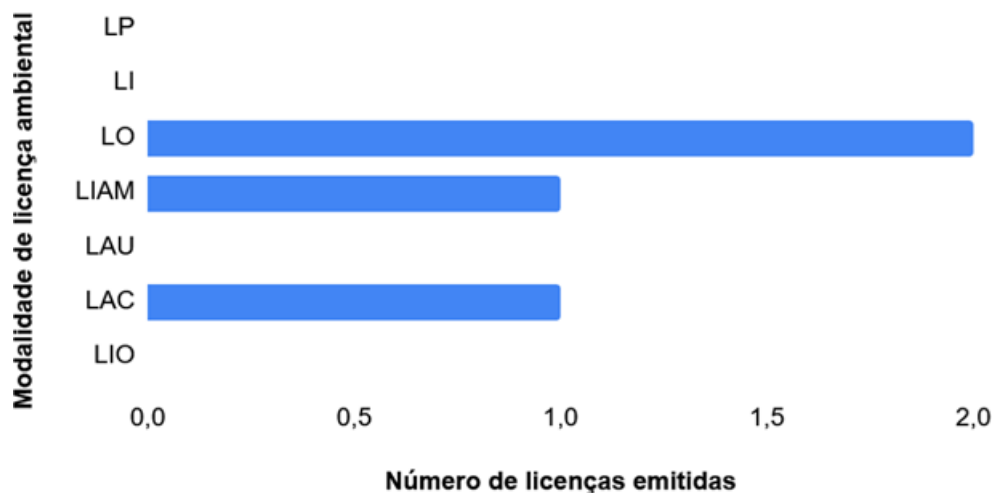
Ademais, as áreas ocupadas individualmente pelos laboratórios são inferiores quando comparadas às áreas das carciniculturas convencionais, tendo em vista que os laboratórios de cultivo de larvas necessitam de áreas de cultivo menores, maior densidade de povoamento

(sistema intensivo), técnicas de manutenção da qualidade da água, biosegurança e infraestrutura tecnológica mais especializada, não necessitando de grandes viveiros de cultivo escavados no solo quando comparados às carcinoculturas tradicionais (Emerenciano *et al.*, 2022) (Tao *et al.*, 2021) (Neto *et al.*, 2008).

Em relação às modalidades/tipologias de licenças ambientais emitidas, considerando somente o código 02.03 – Carcinocultura – Laboratório de larvicultura, observou-se que modalidade de Licença de Operação (LO) foi a que teve maior quantidade de licenças emitidas no período, no caso, 02 licenças emitidas para 01 carcinocultura, correspondendo a 50% do total de licenças (04), enquanto que foi emitida 01 Licença por Adesão e Compromisso – LAC (25% do total) no ano de 2021 para 01 das carcinoculturas, além de 01 Licença de Instalação e Ampliação – LIAM (25% do total) para uma das carcinoculturas.

As modalidades Licença Prévia (LP), Licença Ambiental Única (LAU), Licença de Licença de Instalação e Operação (LIO) não foram emitidas carcinoculturas do município no período considerado para esse código 02.03 (Figura 29).

Figura 29 — Gráfico da quantidade de licenças de carcinocultura emitidas no período 2013-2023 por modalidade para o código 02.03 – Laboratório de larvicultura da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

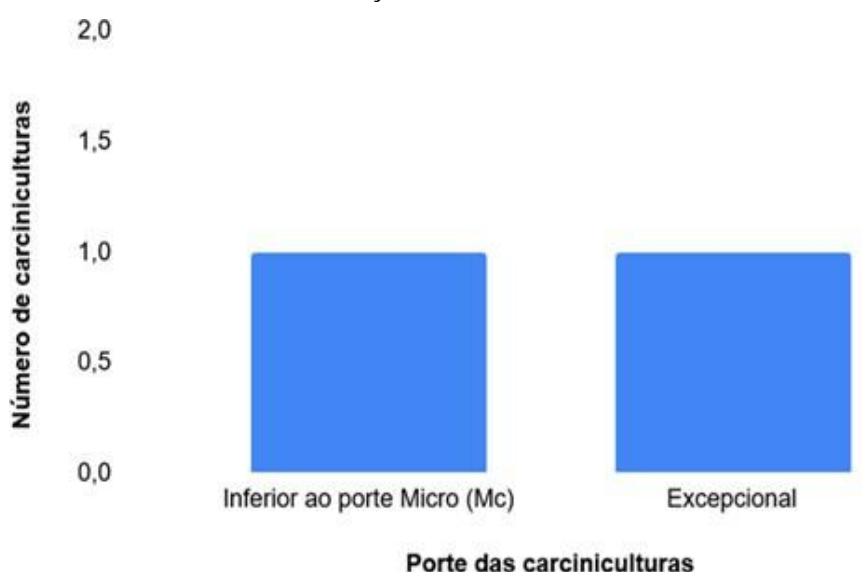
Quanto à LAC emitida para a carcinocultura desse código, observou-se que tratou-se de um empreendimento de área útil construída de 0,5 ha (5.000m²), possuindo porte classificado como sendo inferior ao porte Micro (Mc), com licença emitida no ano de 2021.

Importante destacar que, embora tenha sido emitida somente 01 licença ambiental do tipo LAC para uma carcinocultura, do total de 53 licenças emitidas para 29 fazendas de camarão,

verifica-se que essa modalidade representa um processo de flexibilização do licenciamento e do gerenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, podendo os empreendedores se beneficiarem dessa flexibilização, acarretando riscos ambientais. Devido ao fato desse tipo de licença possuir caráter autodeclaratório, isentar a apresentação prévia de documentos e estudos ambientais, não necessita de vistoria técnica de campo antes da emissão da licença, esse conjunto de fatores pode representar um retrocesso ambiental (Heinen, 2022) (Cerqueira, 2025).

Em relação aos portes dos empreendimentos, para o código 02.03 – Carcinicultura – Laboratório de larvicultura, foi verificada 01 carcinicultura de porte inferior ao porte classificado como Micro (Mc), tendo em vista que a área útil construída é inferior a 1 ha para esse código e 01 carcinicultura de porte Excepcional (Ex) (área maior que 20 ha). Dessa forma, observou-se que uma das 02 carciniculturas classificadas nesse código ocupa uma área relativamente pequena e uma ocupou uma área acima de 20 ha, semelhante às áreas ocupadas pelas carciniculturas dos códigos 02.01 e 02.02 (Figura 30).

Figura 30 — Gráfico de classificação do porte das carciniculturas do Código 02.03 da Resolução COEMA nº 02/2019



Fonte: Autor (2025).

5.1.4 ***Variação da regularidade do licenciamento ambiental das carciniculturas no período da pesquisa***

Em relação à oscilação/variação de regularidade quanto ao licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura no período, foi estabelecido o período de tempo que as

empresas/carciniculturas ficaram sem licença ambiental válida/emitida no período de 01/01/2013 a 31/12/2023, sendo estabelecida uma gradação de tempo em anos em que as empresas ficaram sem licença válida, ficando provisoriamente irregulares, mesmo que possuíssem processos em trâmite na autarquia estadual, mas sem licença emitida.

Do total das 31 empresas/empreendimentos com licenças ambientais emitidas no período de 11 anos, foi analisada a variação de regularidade do licenciamento para cada uma de 30 dessas empresas, não sendo contabilizada a única empresa que não foi instalada no período, apesar desta possuir licença ambiental emitida. Essas 30 empresas administraram no período um total de 28 fazendas distintas, considerando as 03 mudanças de titularidade que envolveram 06 empresas diferentes ocupando 03 endereços diferentes.

No período de 01/01/2013 a 31/12/2023, o tempo considerado sem licença ambiental válida correspondeu ao somatório dos períodos em que não havia licença emitida com validade vigente, intervalos entre dois protocolos sucessivos de licenciamento, nos quais as empresas perderam os prazos legais para solicitação de renovação (60 ou 120 dias), conforme a modalidade da licença, tempo decorrido entre a data do protocolo e a data de emissão da licença nos casos de regularização (REG LI e REG LO) e tempo entre a data de vencimento de uma licença anterior e a emissão da licença subsequente, nos casos em que pedidos de renovação automática foram aceitos irregularmente pela SEMACE, fora dos prazos legais de 60 ou 120 dias — situações essas que deveriam ter sido tratadas como processos de regularização.

Considerando as 30 empresas com licenças emitidas, verificou-se que 09 empresas (30%) ficaram um período entre 1 e 3 anos sem licença válida, 09 (30%) ficaram entre 5 e 10 anos sem licença válida/emitida, 05 empresas (16,66%) ficaram entre 3 e 5 anos sem licença válida, 03 (10%) ficaram até 1 ano sem licença válida e 04 empresas (13,33%) ficaram todo o período de 11 anos com licença ambiental válida (Figura 31).

Figura 31 — Gráfico da variação da regularidade do licenciamento ambiental das carciniculturas em relação ao número de empresas



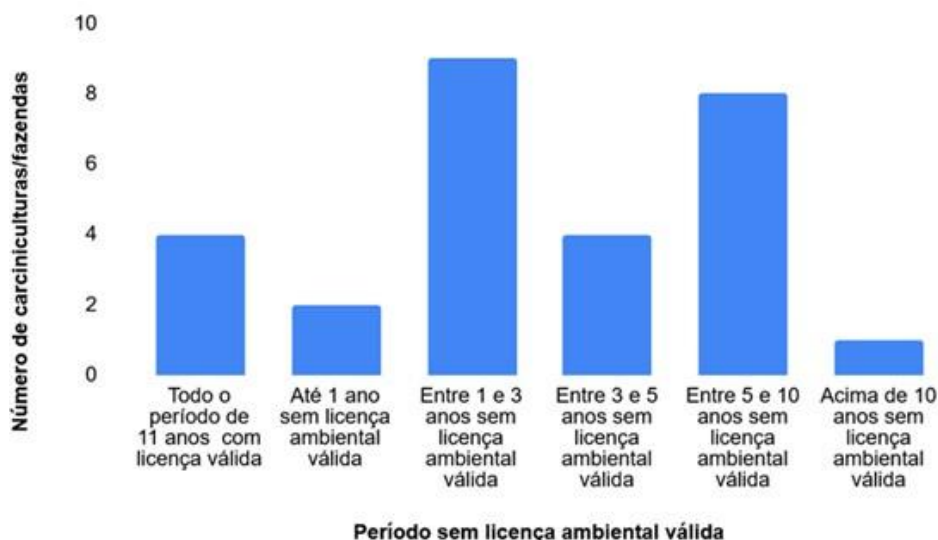
Fonte: Autor (2025).

Nesse aspecto, observou-se que somente 04 carciniculturas (13,33% do total de 30 empresas e 14,28% do total de 28 fazendas de camarão instaladas e operantes), ficaram todo o período de 11 anos (de 01/01/2013 a 31/12/2023) com licença ambiental válida, considerando que todos os pedidos de renovação de licença foram realizados nos devidos prazos legais estabelecidos para as modalidades de licença ambiental, em especial os processos de REN LO.

Considerando os 03 pedidos de mudança de titularidade de licença envolvendo 06 empresas e considerando a carcinicultura que não foi instalada no período, verificou-se que, do total de 29 fazendas de camarão, 09 carciniculturas/fazendas (32,14% de 28) ficaram um período entre 1 e 3 anos sem licença válida, 08 (28,57%) ficaram entre 5 e 10 anos sem licença válida/emitida, 04 carciniculturas (14,28%) ficaram entre 3 e 5 anos sem licença válida, 02 (7,14%) ficaram até 1 ano sem licença válida, 04 fazendas de camarão (14,28%) ficaram todo o período de 11 anos com licença ambiental válida e 02 fazendas ficaram acima de 10 anos sem licença ambiental válida (Figura 32).

Analisando-se de uma forma geral, observou-se que a maioria das empresas (26, 86,67%) que administraram as carciniculturas no período ficaram algum período de tempo sem licença ambiental válida/emitida, correspondendo a uma irregularidade ambiental passível de aplicação de sanções administrativas. Considerando o número de fazendas (28), verificou-se que 24 (85,71%) ficaram algum período de tempo sem licença ambiental válida/emitida no período de 11 anos da pesquisa.

Figura 32 — Gráfico da variação da regularidade do licenciamento ambiental das carciniculturas em relação ao número de fazendas.



Fonte: Autor (2025).

Conforme análise dos processos de licenciamento das carciniculturas, corroborando com autores como (Lima, 2004), (Passos, 2010) e Ferraz & Filho (2019), os principais fatores determinantes para essa variação de regularidade do licenciamento e a ausência de licença válida no período da pesquisa são os seguintes: inobservância dos prazos de renovação pelos empreendedores; morosidade na análise técnica dos processos na SEMACE; inexistência de documentos técnicos e estudos ambientais nos processos, tais como EIA/RIMA, EVA, PCMA e PRAD; envio recorrente de ofícios solicitando documentos, projetos e estudos ambientais pela SEMACE; projetos executivos, plantas georreferenciadas e memoriais mal elaborados, incompletos ou com informações divergentes; empreendimentos que não atendem aos prazos de resposta dos ofícios de pendência de documentos estabelecidos pela legislação; aceitação, por parte da SEMACE, de pedidos de renovação da Licença de Operação (LO) protocolados fora do prazo legal, os quais, conforme a legislação vigente, deveriam ser enquadrados como solicitações de regularização ambiental, em razão da perda do prazo regulamentar.

Isso demonstra o não atendimento à legislação ambiental vigente, especialmente a Resolução CONAMA nº 237/1997 e a Resolução COEMA nº 02/2019. Ademais, observou-se que para alguns empreendimentos de carciniculturas levantados na presente pesquisa, a ausência de manifestação por parte dos empreendedores, no que se refere à entrega de documentos técnicos atualizados, estudos ambientais exigidos e informações sobre a situação atual dos empreendimentos, configura um fator crítico que compromete significativamente a efetividade

da gestão e do controle ambiental, em especial nos casos de fazendas de camarão em operação, dificultando o monitoramento dos impactos ambientais negativos gerados, além de fragilizar a tomada de decisão pelos órgãos competentes quanto à regularidade e conformidade ambiental desses empreendimentos.

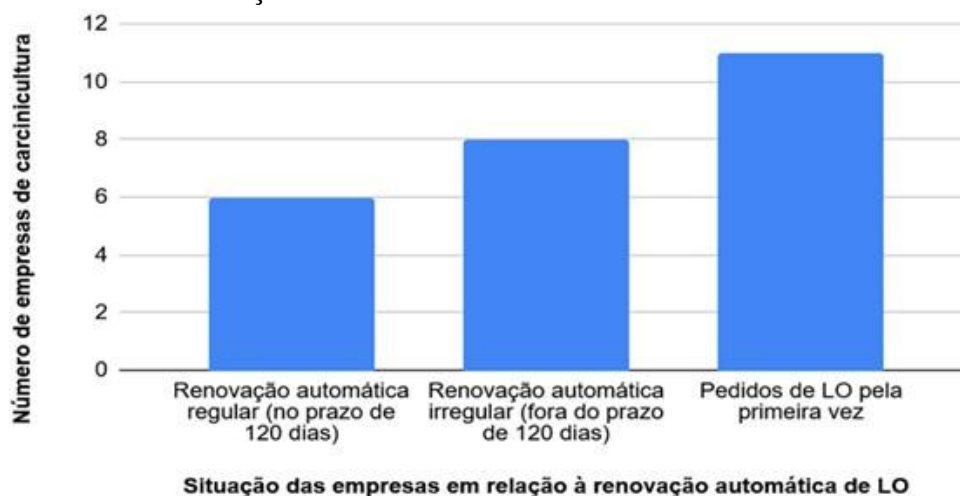
Esse conjunto de elementos evidencia que a falta ou precariedade na administração dos trâmites do licenciamento ambiental, sobretudo ligados à carcinicultura, reforça a ampliação dos efeitos ambientais adversos. Nesse sentido, conforme Mello & Vieira (2020), o licenciamento, enquanto mecanismo de controle do uso dos bens naturais e de ações prejudiciais ao meio ambiente, deve apresentar efetividade na definição de diretrizes, análises e informações capazes de atender às necessidades da sociedade e dos segmentos produtivos.

Em relação às solicitações de renovação automática de licença ambiental, conforme o § 4º do Art. 18 da Resolução CONAMA nº 237/1997 e § 1º e 2º do Art. 15 da Resolução COEMA nº 02/2019, do total de 31 empresas que tiveram licenças emitidas no período, verificou-se que 25 empresas tiveram LO emitidas no período, sendo que as outras 06 empresas tiveram somente pedidos de LI ou REG LI.

Do total de 25 empresas com LO emitidas, verificou-se que 06 empresas ou carciniculturas (24%) solicitaram processos de renovação de LO (REN LO) dentro do prazo de 120 dias antes da expiração da validade. Essas empresas tiveram renovação automática regular até manifestação técnica definitiva da SEMACE.

Por outro lado, 08 empresas (32%) apresentaram pedidos de renovação de LO fora do prazo estabelecido, recebendo LO emitidas de forma irregular pela SEMACE na modalidade de renovação. As 11 empresas restantes (44%) não solicitaram renovação de LO, pois tratava-se da primeira emissão de licença para essas empresas. Ressalta-se que não foram encontrados pedidos de renovação de LI (REN LI); apenas processos de LI e REG LI foram identificados (Figura 33).

Figura 33 — Gráfico da situação das empresas de carcinicultura em relação à renovação automática de LO.



Fonte: Autor (2025).

No que se refere ao número de carciniculturas/fazendas, verificou-se que as 11 empresas que solicitaram processos de LO pela primeira vez correspondem a 10 fazendas (35,71% de 28) diferentes.

Dessa forma, verificou-se que a maioria das empresas com Licença de Operação (LO) emitida teve a renovação processada de forma automática e irregular, com aceitação pelo órgão ambiental licenciador, mesmo quando os pedidos foram protocolados fora do prazo legal de 120 dias anteriores ao vencimento da licença. Nesses casos, os requerimentos deveriam ter sido formalizados como processos de regularização ambiental, quando se perde o prazo de 120 dias. Tal situação evidencia falhas tanto no correto enquadramento e protocolo dos processos por parte dos empreendedores, quanto na análise prévia realizada pela SEMACE. Como consequência, algumas empresas foram consideradas como estando regularmente licenciadas por determinado período, até posterior deliberação da autarquia, quando, na realidade, estavam sem licença ambiental válida para a atividade de carcinicultura por determinado período até a emissão da licença posterior.

5.1.5 Licenciamento ambiental de carciniculturas pelo órgão ambiental do município de Acaraú

Em resposta ao Ofício Nº 5/2025/ECOMANGUE-ACA/DE-ACA/DG-ACA/ACARAU-IFCE enviado no dia 14/03/2025 à Secretaria de Meio Ambiente de Acaraú (SEMA), o órgão respondeu ao ofício comunicando que nenhuma licença ambiental tinha sido emitida pela refe-

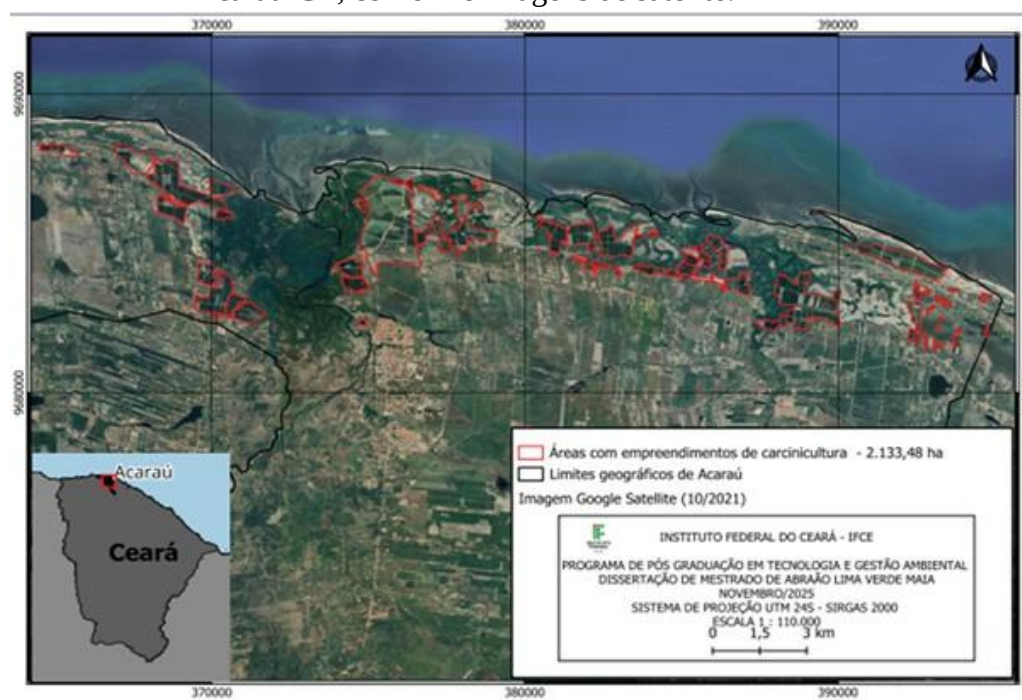
rida secretaria no período, como também não constava nos registros internos do órgão dados e documentos referentes ao monitoramento e fiscalizações ambientais de carciniculturas.

Foi relatado também que a SEMA não possui um sistema informatizado para armazenamento e acesso de dados de processos de licenciamento, fiscalização e monitoramento de atividades, possuindo somente formulários e processos físicos, sendo que nenhum deles se referia à atividade de carcinicultura no citado período.

5.1.6 Localização georreferenciada das carciniculturas de Acaraú-CE em relação aos ecossistemas manguezais e suas feições e às Áreas de Preservação Permanente (APP) de recursos hídricos e manguezais

Os empreendimentos de carcinicultura (com e sem licença ambiental) localizados na área de influência fluviomarinha do rio Acaraú (sistema estuarino) no perímetro do município somaram uma área total de 2.133,48ha, conforme a Figura 34, totalizando 80 carciniculturas (fazendas), sendo 28 carciniculturas instaladas com licenças emitidas no período da pesquisa e 52 carciniculturas irregulares, sem empresa identificada e sem licença ambiental. Do total das 28 carciniculturas com licenças ambientais emitidas no período da pesquisa, 8 tiveram as poligonais da área útil total informada nos processos, enquanto 20 não informaram as referidas poligonais, sendo identificadas com um par de coordenadas UTM SIRGAS 2000.

Figura 34 — Área total de carciniculturas (com e sem licença ambiental) identificada na área de influência do sistema estuarino do rio Acaraú em Acaraú-CE, conforme imagens de satélite.

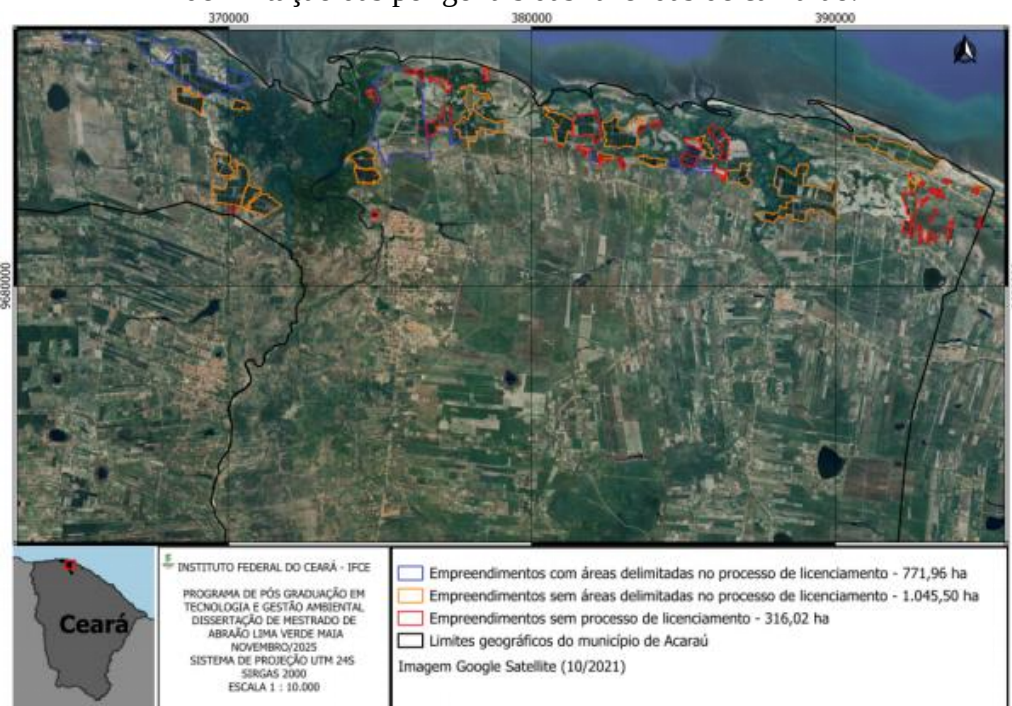


Fonte: Autor (2025).

Conforme o mapa, essa área total de carciniculturas representa 2,53% da área total de Acaraú-CE (84.247ha) (IBGE, 2024). Conforme a análise dos processos de licenciamento ambiental nos sistemas da SEMACE, as 29 carciniculturas com licença emitida ocupam uma área total de 1.742,6ha.

O mapa georreferenciado da Figura 35 evidencia a distribuição espacial e as áreas totais das carciniculturas conforme a existência de delimitação das poligonais dos empreendimentos, conforme análise dos processos de licenciamento ambiental no período, além das carciniculturas sem licença ambiental (irregulares). As carciniculturas com licenças ambientais emitidas no período somaram 1.817,46ha, sendo 771,96ha das carciniculturas com poligonal delimitada nos processos e 1.045,50ha das carciniculturas sem poligonal delimitada (somente com um par de coordenadas UTM identificado), além de 316,02ha das carciniculturas sem licença ambiental. Observa-se que boa parte dos empreendimentos de carcinicultura irregulares (sem licença, em vermelho no mapa) ocupam áreas menores quando comparadas às que possuem licenças emitidas no período da pesquisa, além de localizarem-se mais distantes da área de influência fluviomarinha do rio Acaraú (grifo nosso).

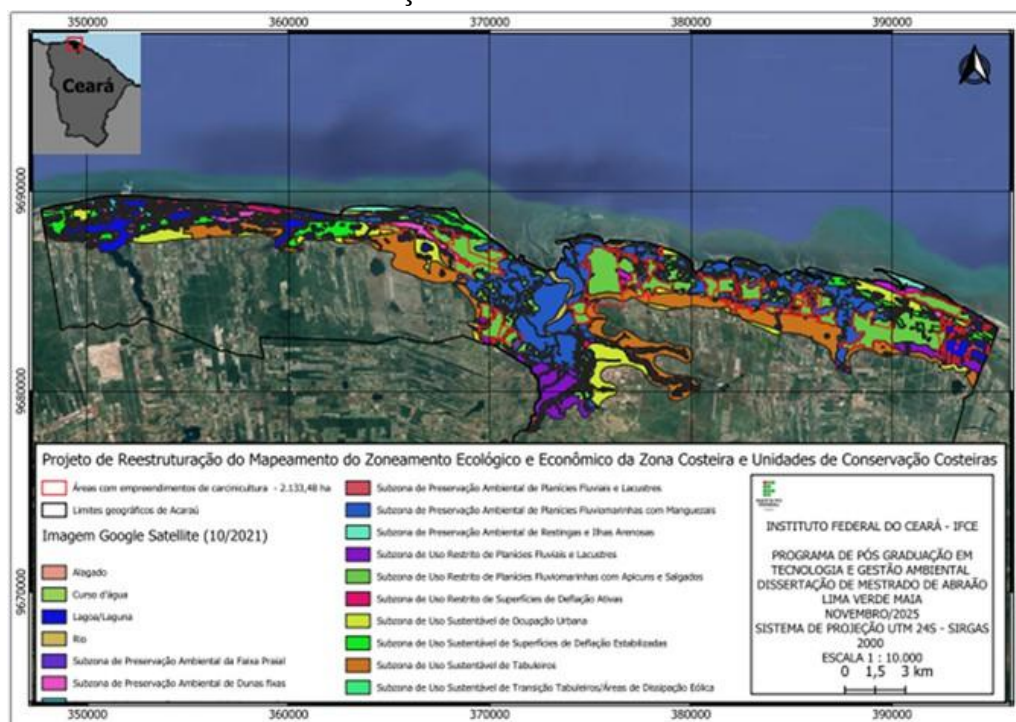
Figura 35 — Identificação das carciniculturas com e sem licença ambiental emitida no período da pesquisa, conforme a presença ou ausência de delimitação das poligonais das fazendas de camarão.



Fonte: Autor (2025).

O mapa da Figura 36 mostra o posicionamento dos empreendimentos de carcinicultura (regulares e irregulares) do município de Acaraú-CE em relação às feições e subzonas definidas no Projeto de Restrução do Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeira do Ceará.

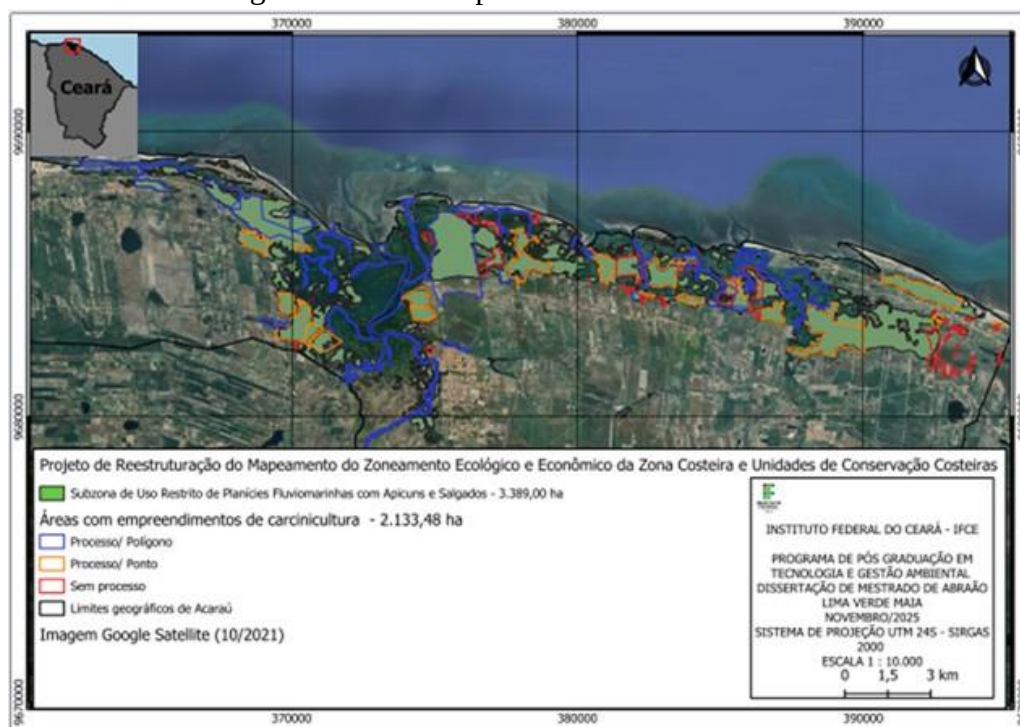
Figura 36 — Localização das carciniculturas (com e sem licença ambiental) em relação às feições e subzonas definidas no Projeto de Restruturação do Mapeamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras do Ceará.



Fonte: Autor (2025).

O mapa da Figura 37 evidencia a localização georreferenciada das carciniculturas do município (área total de 2.133,48ha) com e sem licença ambiental emitida em relação às feições apicum e salgado do ecossistema manguezal (área total de apicum e salgado no município – 3.389ha, em cor verde no mapa), conforme o Projeto de Restruturação do Mapeamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras do Ceará (ZEEC).

Figura 37 — Localização georreferenciada das carciniculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de apicum e salgado delimitadas pelo ZEEC.

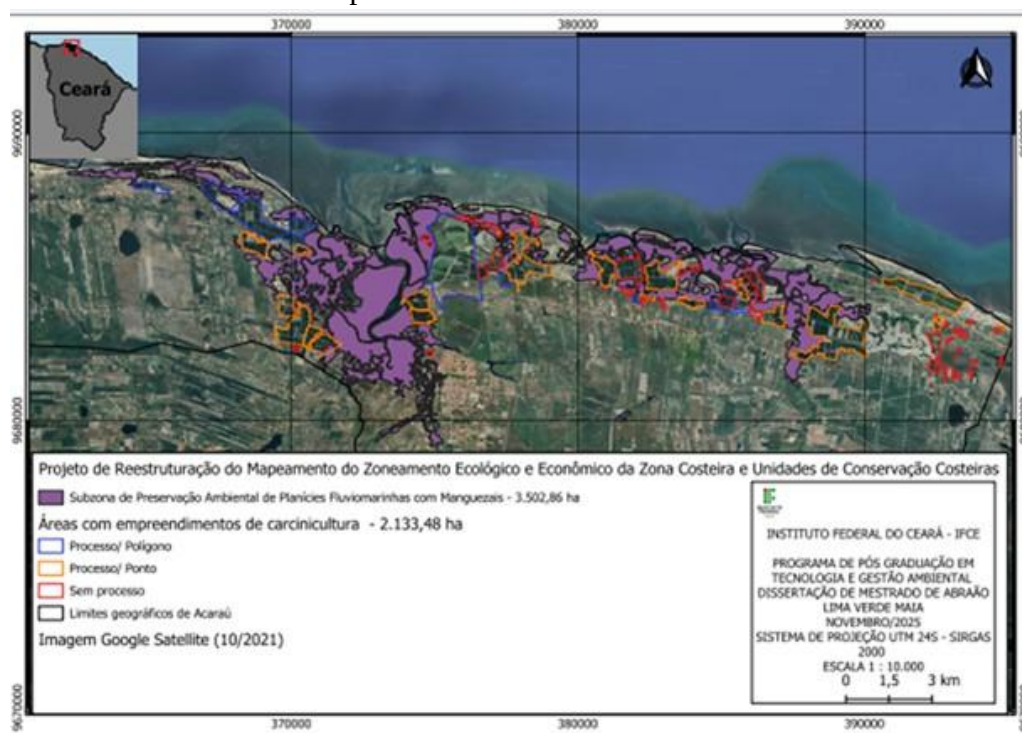


Fonte : Autor (2025).

Verifica-se nesse mapeamento que a maior parte das carciniculturas com licença ambiental emitida (em cores azul e laranja) estão inseridas total ou parcialmente em apicuns e salgados, sendo áreas permitidas de ocupação conforme descrito na Lei Federal nº 12.651/2012. Observa-se também que as carciniculturas sem licença ambiental (em vermelho) de maior porte também ocupam as áreas de apicum e salgados mapeados no ZEEC, enquanto as de menor porte, em sua maioria, ocupam áreas fora de apicum e salgado. Na maioria dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas com licença na SEMACE não foram informadas nos mapas e pareceres técnicos as áreas de ocupação de apicum e salgado.

O mapa da Figura 38 evidencia a localização georreferenciada das carciniculturas do município (área total de 2.133,48ha) com e sem licença ambiental emitida em relação ao ecossistema manguezal (área total de manguezais no município – 3.502,86ha, em cor roxa no mapa), conforme o Projeto de Reestruturação do Mapeamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras do Ceará (ZEEC).

Figura 38 — Localização georreferenciada das carciniculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de manguezais delimitadas pelo ZEEC.

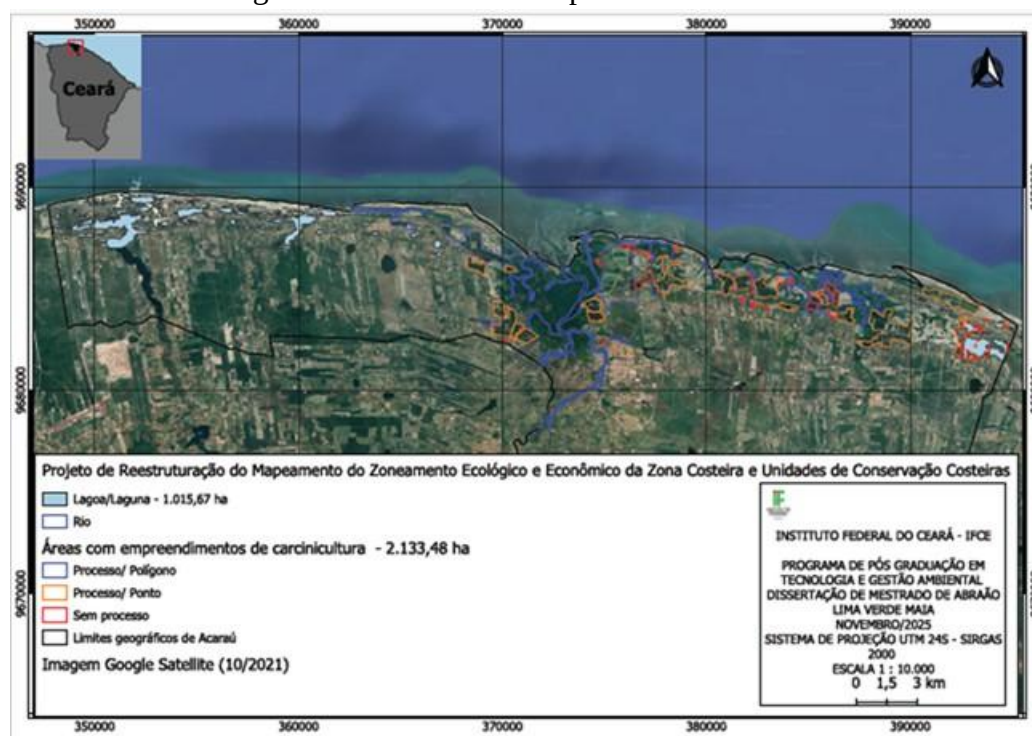


Fonte: Autor (2025).

Verifica-se nesse mapeamento que a maior parte das carciniculturas com licença ambiental emitida (em cores azul e laranja) estão localizadas fora das áreas delimitadas como manguezais (APP), embora várias delas estejam margeando as áreas desses ecossistemas delimitados no ZEEC. Observa-se também que algumas carciniculturas sem licença ambiental (em vermelho) de maior porte ocupam parcialmente áreas de manguezais mapeadas no ZEEC, enquanto as de menor porte, em sua maioria, ocupam áreas fora dos ecossistemas manguezais.

A Figura 39 evidencia o mapa com a localização georreferenciada das carciniculturas do município (área total de 2.133,48ha) com e sem licença ambiental emitida em relação às lagoas/lagunas e rios (APP) (área total de lagoas/lagunas e rios no município – 1.015,67ha, em cores azul claro e azul escuro no mapa), conforme o Projeto de Reestruturação do Mapeamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras do Ceará (ZEEC).

Figura 39 — Localização georreferenciada das carcinicaturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de lagoas/lagunas e rios delimitadas pelo ZEEC.

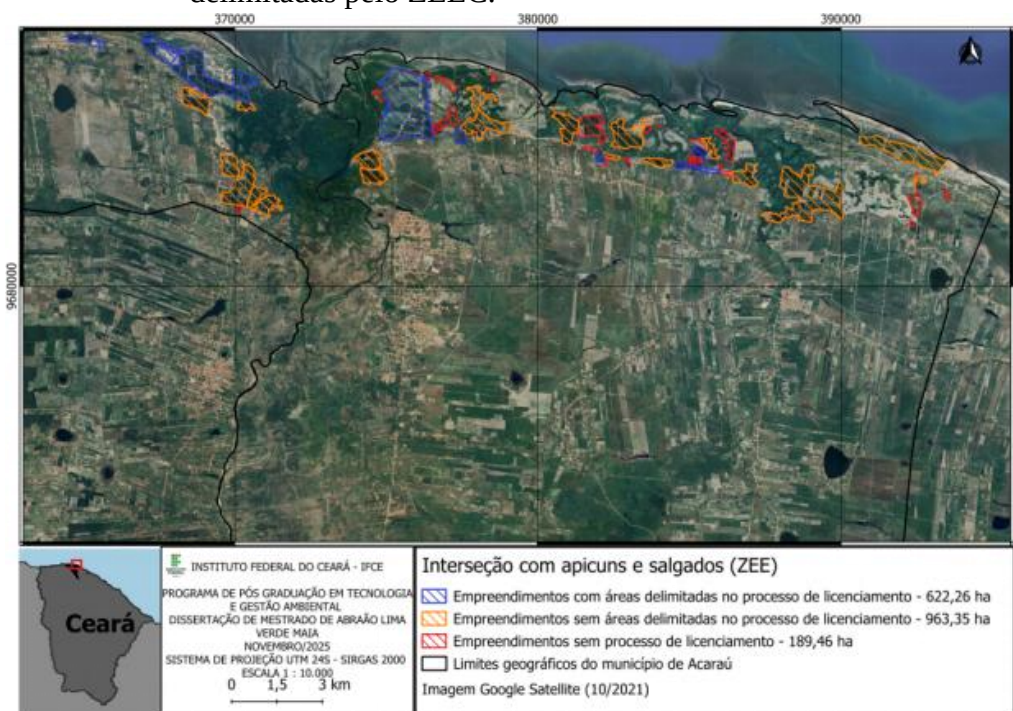


Fonte: Autor (2025).

Verifica-se nesse mapeamento que a maior parte das carcinicaturas com licença ambiental emitida (em cores azul e laranja) estão localizadas fora das áreas delimitadas como lagoas/lagunas e rios (APP), embora algumas delas estão próximas das margens de rios. Observa-se também que algumas carcinicaturas sem licença ambiental (em vermelho) de pequeno porte margeiam as áreas de lagoas/lagunas e rios mapeadas no ZEEC.

O mapa da Figura 40 evidencia a intersecção das áreas das carcinicaturas do município com e sem licença ambiental emitida em relação às feições apicum e salgado do ecossistema manguezal. Verificou-se que a área total das carcinicaturas com licença ambiental emitida no período (com e sem delimitação das poligonais) inseridas em apicuns e salgados foi de 1.585,61ha (74,32% da área total de carcinicaturas), sendo 622,26ha de carcinicaturas licenciadas com poligonais delimitadas nos processos e 963,35ha de carcinicaturas licenciadas sem poligonais delimitadas nos processos. Já a área total das carcinicaturas sem licença ambiental inseridas em apicuns e salgados foi de 189,46ha (8,88% da área total de carcinicaturas), enquanto que a área total das carcinicaturas localizadas fora de apicuns e salgados foi de 358,41ha (16,79% da área total de carcinicaturas).

Figura 40 — Áreas de intersecção das carciniculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às áreas de apicuns e salgados delimitadas pelo ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

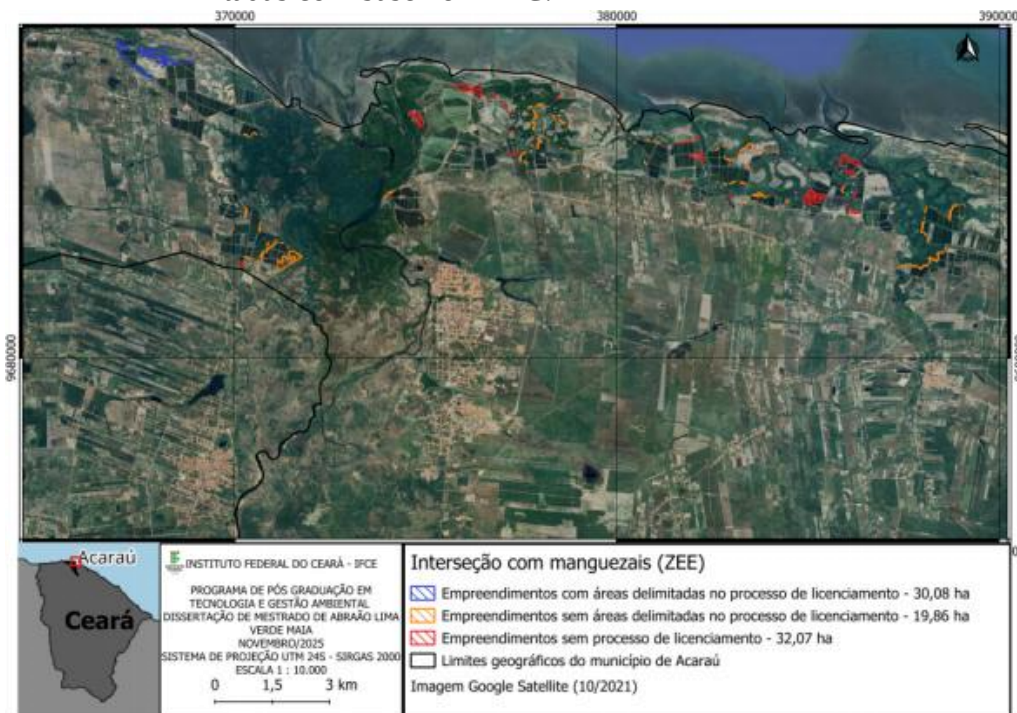
Verifica-se nesse mapeamento que a maior parte das carciniculturas (83,2%) localiza-se em apicuns e salgados, feições indissociáveis do ecossistema manguezal, geralmente localizadas circunvizinhas à vegetação característica de mangue, embora não sejam contempladas como Áreas de Preservação Permanente (APP) pela Lei Federal nº 12.651/2012, sendo essas ocupações permitidas por essa legislação desde que cumpridos determinados critérios. Conforme Araripe et al., (2006), as áreas de apicum e salgado, contíguas ao mangue, são as mais procuradas por empreendimentos da carcinicultura por oferecerem características como topografia plana, proximidade da fonte de abastecimento, água marinha em quantidade e qualidade e baixo valor fundiário da terra devido às condições extremamente salinas e sujeitas a inundações periódicas.

Entretanto, conforme descrito por Lacerda et al., (2021), as áreas de apicuns e salgados impactadas pela instalação de carciniculturas possuem conexão hidrológica periódica por meio de canais represados, permitindo a descarga de efluentes potencialmente poluidores da água superficial e do solo, além da perda de serviços ecossistêmicos.

Verificou-se que na maioria dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas na SEMACE, não foram informadas nos mapas e pareceres técnicos as áreas de ocupação de apicum e salgado.

O mapa da Figura 41 evidencia a intersecção das áreas das carciniculturas do município com e sem licença ambiental emitida em relação às APPs de manguezais. Verificou-se que a área total das carciniculturas com licença ambiental emitida no período (com e sem delimitação das poligonais) inseridas em manguezais (APP) foi de 49,94ha (2,34% da área total de carciniculturas), sendo 30,08ha de carciniculturas licenciadas com poligonais delimitadas nos processos e 19,86ha de carciniculturas licenciadas sem poligonais delimitadas nos processos. A análise dos processos de licenciamento ambiental no período, identificou que, do total de 28 carciniculturas instaladas com processos de licenciamento, 02 carciniculturas com licença emitida no período ocuparam APP de manguezal, totalizando uma área de 3ha.

Figura 41 — Áreas de intersecção das carciniculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às APP de manguezais delimitadas com base no ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

Já a área total das carciniculturas sem licença ambiental inseridas em manguezais (APP), conforme o mapa acima, foi de 32,07ha (1,50% da área total de carciniculturas), enquanto que a área total das carciniculturas localizadas fora de APP de manguezais foi de 2.051,47ha (96,15% da área total de carciniculturas).

Os dois últimos mapas evidenciam que a maior parte das áreas de carcinicultura (96,15%; 2.051,47 ha) está situada fora das APP de manguezal. No entanto, 83,2% (1.775,07ha) dessas unidades ocorrem sobre feições de apicuns e salgados, ambientes integrantes do ecos-

sistema manguezal, mas não classificados como APP, cuja ocupação é autorizada conforme os critérios estabelecidos pela Lei Federal nº 12.651/2012.

Ainda assim, verificou-se a implantação irregular de 49,94ha de carcinicultura diretamente sobre manguezais, mesmo mediante licença ambiental emitida pela SEMACE, indicando supressão não autorizada de vegetação de mangue e movimentação de solo (escavações, terraplanagem) para implantação de estruturas (viveiros, diques, canais, comportas etc). Essas intervenções acarretam impactos ambientais adversos tanto no meio físico quanto no biótico desse ecossistema. Essas ocupações irregulares de ecossistemas sensíveis como os manguezais por carciniculturas em áreas com restrição legal (Lei Federal nº 12.651/2012) provocam alterações ambientais, degradação e deterioração da qualidade do meio ambiente (Meireles *et al.*, 2007).

Além disso, conforme Khanjani; Mohammadi; Sharifinia (2025), a implantação de carciniculturas representa a principal causa documentada de perda de áreas de manguezais, responsáveis por grande parte da produção do carbono azul global e habitat de biodiversidade de flora e fauna, sendo que a perda desses ambientes de grande biodiversidade provocam a redução de sumidouros de carbono representados pela vegetação de mangue, estando esses sumidouros associados ao limite planetário de mudanças climáticas.

Esse cenário evidencia o descumprimento da legislação ambiental vigente pelos empreendedores e revela fragilidades no processo de gestão e fiscalização da atividade pelo órgão ambiental competente (grifo nosso).

O mapa da Figura 42 mostra a intersecção das áreas das carciniculturas do município com e sem licença ambiental emitida em relação às APPs de lagoas/lagunas, conforme faixas delimitas pelo Art. 4º, Inciso II da Lei Federal nº 12.651/2012. Verificou-se que a área total das carciniculturas com licença ambiental emitida no período (sem delimitação das poligonais) inseridas em APP de lagoas/lagunas foi de 11,56ha (0,54% da área total de carciniculturas), enquanto que a área total das carciniculturas sem licença ambiental inseridas em APP de lagoas/lagunas foi de 43,40ha (2,03% da área total de carciniculturas), enquanto que a área total das carciniculturas localizadas fora de APP de lagoas/lagunas foi de 2.078,52ha (97,42% da área total de carciniculturas). Salienta-se que não foram identificadas carciniculturas licenciadas com poligonal delimitada nos processos de licenciamento em APP de lagoas/lagunas.

Figura 42 — Áreas de intersecção das carciniculturas de Acaraú-CE com e sem licença ambiental emitida em relação às APP de lagoas/lagunas delimitadas com base no ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

Verifica-se nesse mapeamento que a maior parte das carciniculturas (97,42%) localiza-se fora de APP de lagoas/lagunas. Verificou-se que na maioria dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas, não foram informadas nos mapas e pareceres técnicos as áreas de ocupação de APP de lagoas/lagunas.

O mapa da Figura 43 mostra a intersecção das áreas das carciniculturas do município com licença ambiental emitida (com delimitação de poligonal, em cor azul) em relação às APPs de rios, conforme faixas delimitadas pelo Art. 4º, Inciso I da Lei Federal nº 12.651/2012. Verificou-se que a área total das carciniculturas com licença ambiental emitida no período inseridas em APP de rios foi de 0,91ha (0,042% da área total de carciniculturas).

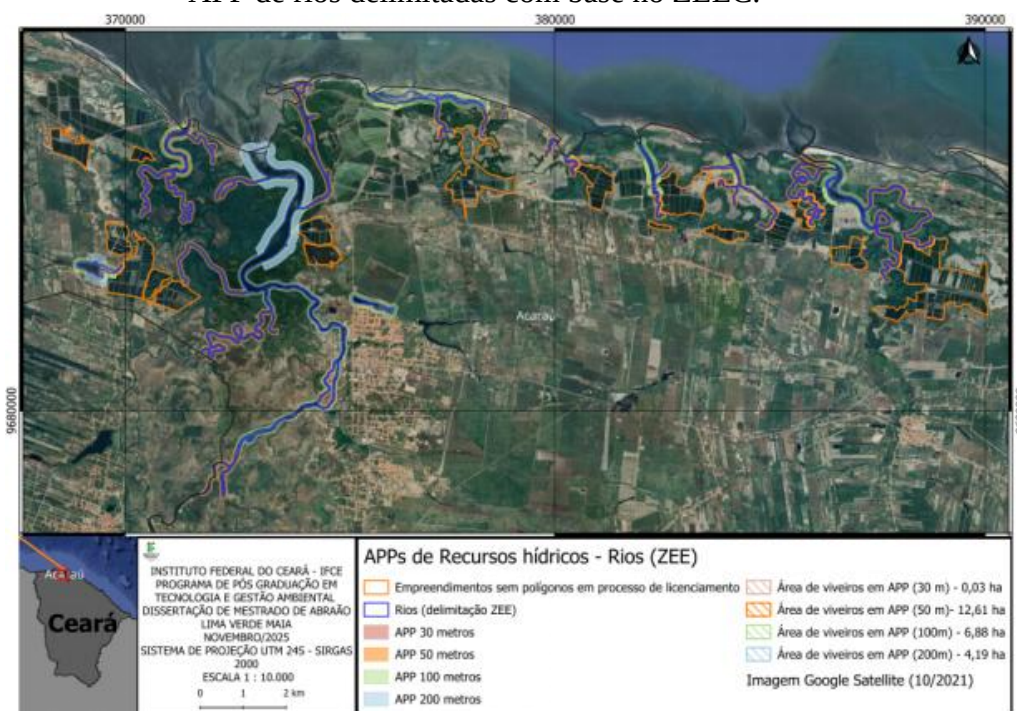
Figura 43 — Áreas de intersecção das carcinicaturas de Acaraú-CE com licença ambiental emitida (com delimitação de poligonal) em relação às APP de rios delimitadas com base no ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

O mapa da Figura 44 mostra a intersecção das áreas das carcinicaturas do município com licença ambiental emitida no período (sem delimitação de poligonal, em cor laranja) em relação às APPs de rios, conforme faixas delimitadas pelo Art. 4º, Inciso I da Lei Federal nº 12.651/2012. Verificou-se que a área total das carcinicaturas com licença ambiental emitida no período (sem delimitação de poligonal) inseridas em APP de rios foi de 23,71ha (1,11% da área total de carcinicaturas), sendo 4,19ha em APP de 200m, 6,88ha em APP de 100m, 12,61ha em APP de 50m e 0,03ha em APP de 30m.

Figura 44 — Áreas de intersecção das carcinicaturas de Acaraú-CE com licença ambiental emitida (sem delimitação de poligonal) em relação às APP de rios delimitadas com base no ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

Ao analisar o total de carcinicaturas com licença ambiental emitida (com e sem delimitação de poligonal, em cores azul e laranja), verifica-se que a área total das carcinicaturas em APP de rio foi de 24,62ha (1,15% da área total). A análise dos processos de licenciamento ambiental na SEMACE no período, identificou que, do total de 28 carcinicaturas instaladas com processos de licenciamento, 11 carcinicaturas com licença emitida no período ocuparam APP de rios, totalizando uma área de 13,01ha.

O mapa da Figura 45 mostra a intersecção das áreas das carcinicaturas do município sem licença ambiental emitida no período (em cor vermelha) em relação às APPs de rios, conforme faixas delimitadas pelo Art. 4º, Inciso I da Lei Federal nº 12.651/2012. Verificou-se que a área total das carcinicaturas sem licença ambiental emitida no período inseridas em APP de rios foi de 22,35ha (1,04% da área total de carcinicaturas), sendo 11,69ha em APP de 100m e 10,66ha em APP de 50m.

Figura 45 — Áreas de intersecção das carcinicaturas de Acaraú-CE sem licença ambiental emitida em relação às APP de rios delimitadas com base no ZEEC.



Fonte: Autor (2025).

Considerando a área das carcinicaturas com e sem licença ambiental emitida, foi verificada uma área total de 46,97ha (2,20% da área total) em APP de rios, conforme os mapas das Figuras 44 e 45.

Ressalta-se que esta pesquisa não incluiu visitas ou vistorias de campo às carcinicaturas. A delimitação das poligonais dos empreendimentos foi realizada exclusivamente por meio da análise e plotagem dos arquivos em formato shapefile (.shp) presentes nos processos de licenciamento, utilizando o software QGIS, bem como pela definição manual das áreas totais de viveiros quando apenas pares de coordenadas UTM SIRGAS 2000 estavam disponíveis ou quando se tratavam de empreendimentos sem licença ambiental. Assim, a ausência de verificação em campo constitui uma limitação da pesquisa.

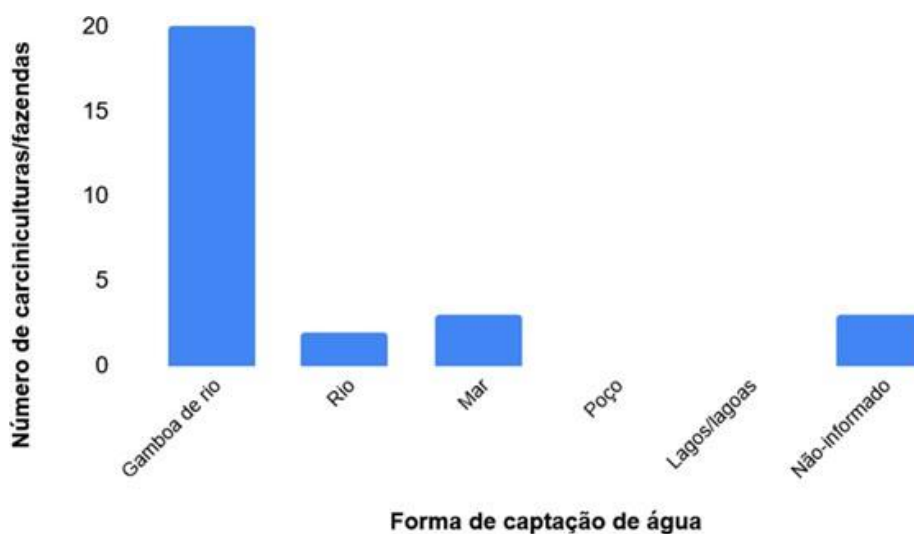
5.2 Monitoramento de carcinicaturas

Em relação ao monitoramento ambiental das carcinicaturas de Acaraú-CE, especificamente quanto à infraestrutura e à captação de água para os viveiros de engorda, tanques berçários e laboratórios de larvicultura, observou-se o seguinte: Das 28 carcinicaturas, 20

(71,42%) captavam água salobra de gamboa de rio. Três (10,71%) captavam água diretamente do mar, e 2 (7,14%) utilizavam água de rio. Outras 3 carciniculturas (10,71%) não tiveram a forma de captação de água informada nos pareceres técnicos dos processos de licenciamento. Nenhuma das fazendas estudadas captava água de poço, açude ou lagoa.

Nesse aspecto, observou-se que 23 carciniculturas (82,14%) utilizavam água salobra ou salgada como insumo do processo do cultivo dos animais aquáticos. Tendo em vista o Art. 10 do Decreto Estadual nº 31.076, de 12 de dezembro de 2012, o qual dispensa a necessidade de outorga de uso de recursos hídricos para captação e uso de águas salobras e salgadas para fins de licenciamento ambiental, observou-se que a maioria das carciniculturas com licenças emitidas no período teve a outorga de captação e uso de água dispensada nos processos de licenciamento ambiental da SEMACE (Figura 46).

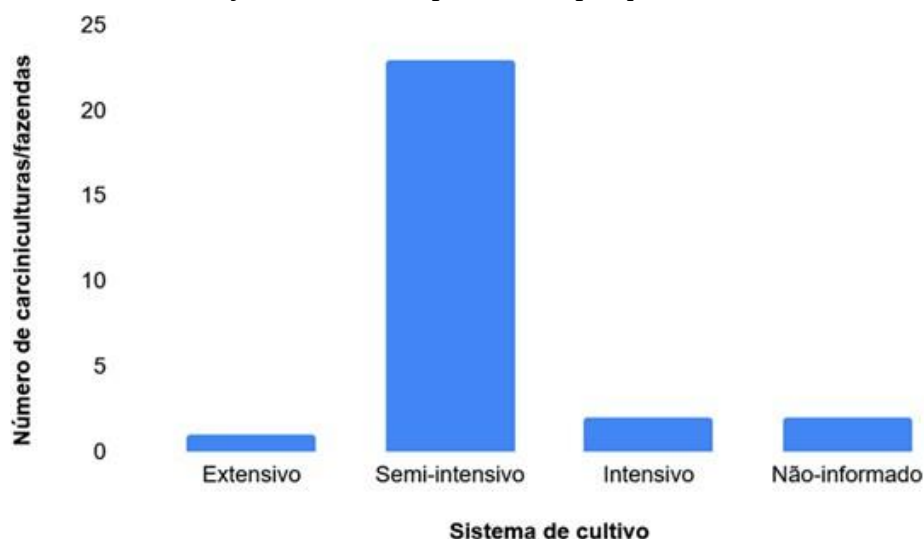
Figura 46 — Gráfico de formas de captação de água de abastecimento das carciniculturas com licenças emitidas no período da pesquisa em Acaraú-CE.



Fonte: Autor (2025).

No que concerne aos sistemas de cultivo, verificou-se que, das 28 carciniculturas instaladas, 23 (82,14%), possuíam sistema do tipo semi-intensivo, 01 (3,57%) possuía sistema extensivo, 02 (7,14%) com sistema intensivo e 02 (7,14%) carciniculturas não tiveram o tipo de sistema de cultivo informado. Nesse sentido, a maior parte das fazendas de camarão caracterizavam-se como sistema semi-intensivo com as características de baixo a médio aporte de nutrientes, baixa a média densidade de estocagem (número de animais/área) e alimentação predominantemente artificial (Figura 47).

Figura 47 — Gráfico dos tipos de sistemas de cultivo das carciniculturas com licenças emitidas no período da pesquisa em Acaraú-CE

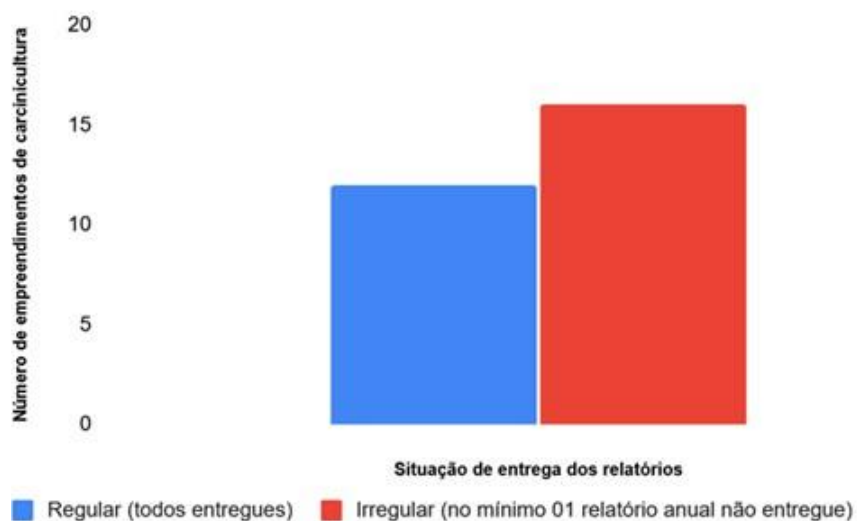


Fonte: Autor (2025).

Em relação aos Programas de Automonitoramento de efluentes líquidos gerados pelas carciniculturas, do total de 28 empreendimentos instalados e em operação, 12 empreendimentos (42,85%) estavam Regulares quanto à entrega de todos os relatórios anuais de automonitoramento de efluentes líquidos no período de 11 anos da pesquisa, enquanto que 16 (57,14%) estavam Irregulares quanto à entrega dos relatórios, sendo definidos esse quantitativo para os empreendimentos que deixaram de apresentar no mínimo 01 relatório anual no período.

Salienta-se que esse quantitativo de 28 empreendimentos correspondem a um total de 26 carciniculturas/fazendas administradas por 27 empresas distintas, tendo em vista que uma das empresas possuía 02 empreendimentos, teve 03 mudanças de titularidade com manutenção dos endereços, 01 empresa/fazenda não teve exigência dos relatórios anuais pela SEMACE, 01 empresa/fazenda só teve LI emitida e 01 empresa/fazenda não chegou a ser instalada (Figura 48).

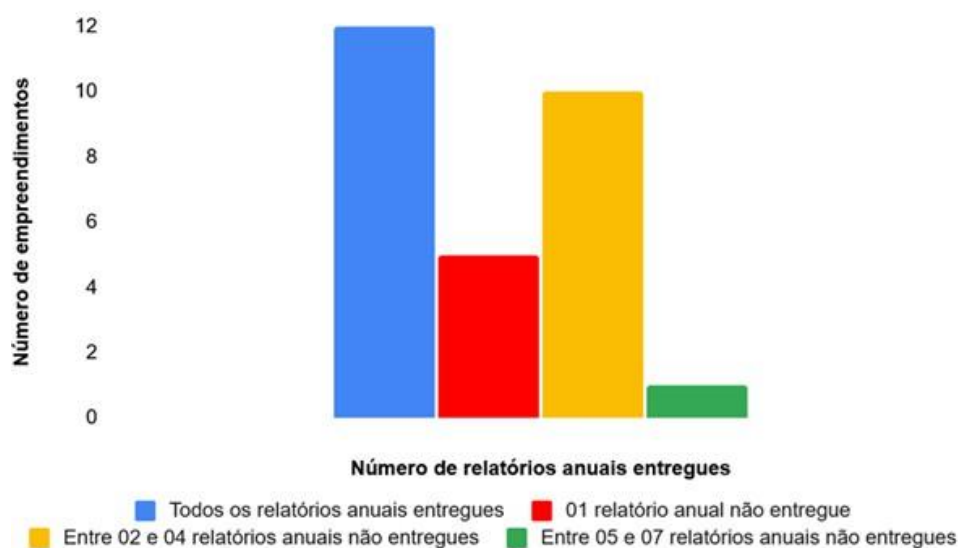
Figura 48 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura quanto à entrega à SEMACE dos relatórios anuais de automonitoramento de efluentes líquidos



Fonte: Autor (2025).

Do total de 28 empreendimentos, verificou-se que 12 apresentaram todos os relatórios anuais de automonitoramento, 05 empreendimentos (17,85%) tiveram 01 relatório anual não apresentado, 10 (35,71%) tiveram entre 02 e 04 relatórios anuais não apresentados e 01 (3,57%) teve entre 05 e 07 relatórios anuais não apresentados no período (Figura 49).

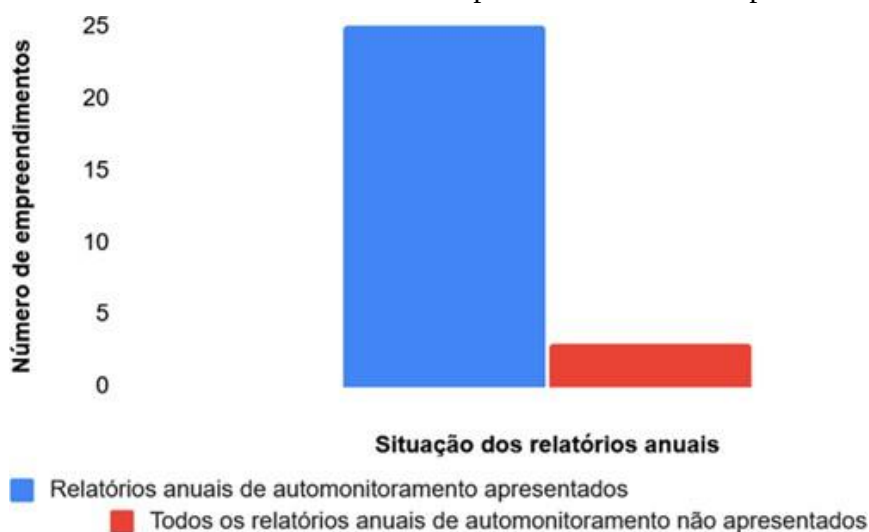
Figura 49 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura quanto à entrega à SEMACE dos relatórios anuais de automonitoramento de efluentes líquidos.



Fonte: Autor (2025).

Do total de 28 empreendimentos, verificou-se que 03 empreendimentos (10,71%) não apresentaram nenhum relatório de automonitoramento anual e 25 (89,28%) apresentaram relatórios anuais (Figura 50).

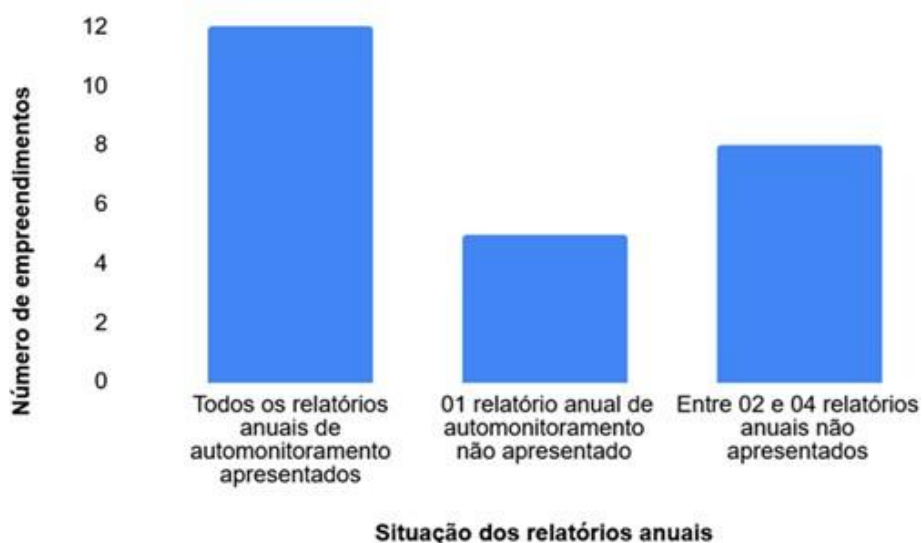
Figura 50 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa.



Fonte: Autor (2025).

Do total de 25 empreendimentos, 12 empreendimentos (42,85% de 28 e 48% de 25) apresentaram todos os relatórios anuais de automonitoramento no período de 11 anos, 05 empreendimentos (17,85% de 28 e 20% de 25) tiveram 01 relatório anual não apresentado e 08 (28,57% de 28 e 32% de 25) tiveram entre 02 e 04 relatórios anuais não apresentados (Figura 51).

Figura 51 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura que apresentaram relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos.

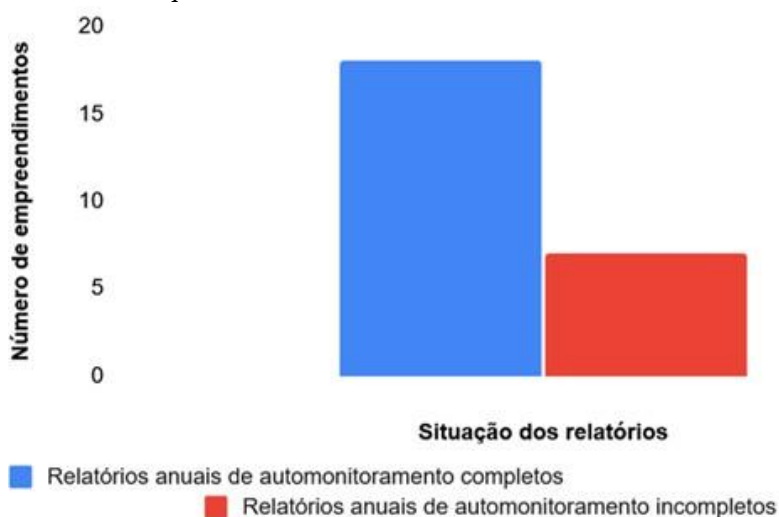


Fonte: Autor (2025).

Salienta-se que os 28 empreendimentos correspondem a 26 fazendas de camarão administradas por 27 empresas, tendo em vista que 01 carcinicultura (01 empresa) não foi instalada, 02 carciniculturas (02 empresas) só tiveram emissão de LI, não necessitando de monitoramento de efluentes e 01 carcinicultura (01 empresa) não teve os relatórios de automonitoramento de efluentes exigidos pela SEMACE.

Em relação à apresentação de relatórios de automonitoramento de efluentes incompletos (faltando no mínimo um período de coleta trimestral), verificou-se que, do total de 25 empreendimentos, verificou-se que 18 empreendimentos (72%) apresentaram relatórios anuais de automonitoramento de forma completa no período de 11 anos e 07 empreendimentos (28%) apresentaram relatórios de automonitoramento incompletos (Figura 52).

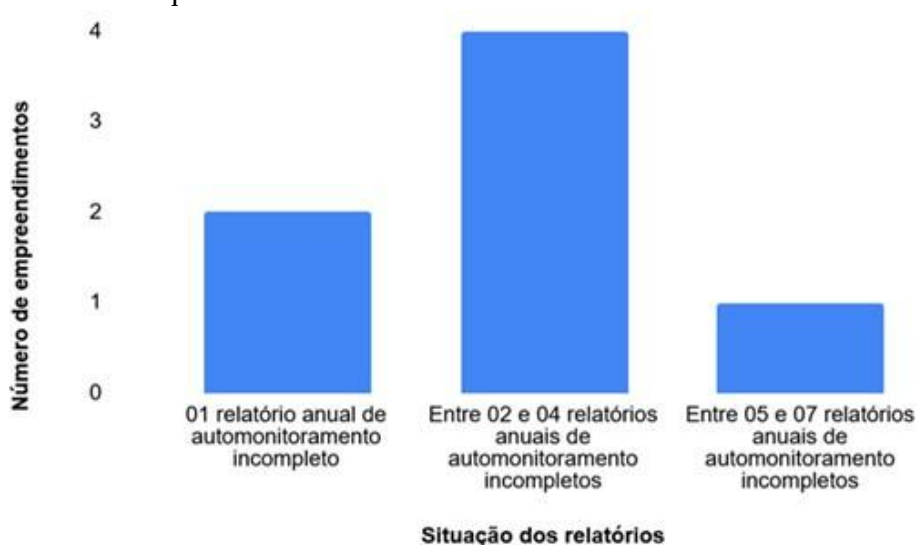
Figura 52 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa quanto às coletas trimestrais.



Fonte: Autor (2025).

Do total dos 07 empreendimentos, 02 empreendimentos apresentaram 01 relatório incompleto, 04 apresentaram entre 02 e 04 relatórios incompletos e 01 apresentou entre 05 e 07 relatórios incompletos (Figura 53). Resalta-se que os 25 empreendimentos correspondem a 23 fazendas de camarão administradas por 24 empresas, tendo em vista que 01 carcinicultura (01 empresa) não foi instalada, 02 carciniculturas (02 empresas) só tiveram emissão de LI, não necessitando de monitoramento de efluentes e 01 carcinicultura (01 empresa) não teve os relatórios de automonitoramento de efluentes exigidos pela SEMACE.

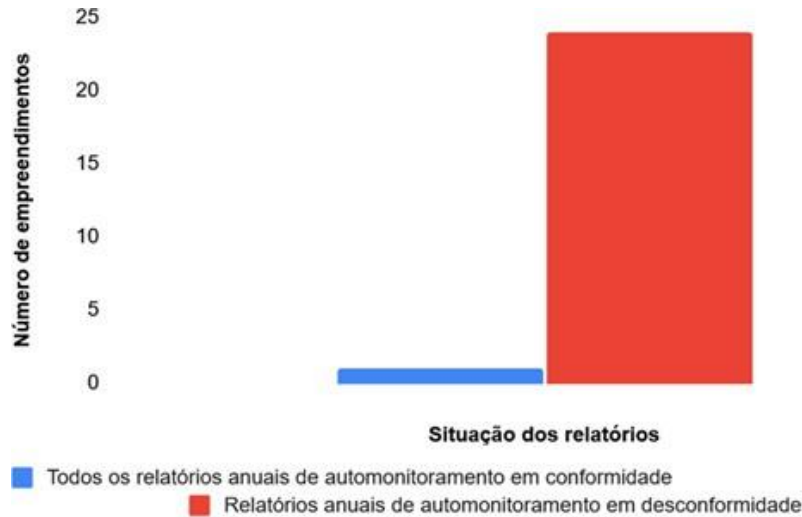
Figura 53 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa quanto às coletas trimestrais.



Fonte: Autor (2025).

No que se refere aos relatórios anuais de automonitoramento de efluentes apresentados em conformidade com a legislação ambiental vigente (todos os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e hidrobiológicos de acordo com os padrões estabelecidos na legislação), verificou-se que, do total de 25 empreendimentos, somente 01 empreendimento (4% de 25) apresentou todos os relatórios anuais de automonitoramento em conformidade e 24 empreendimentos (96%) apresentaram relatórios de automonitoramento em desconformidade (Figura 54).

Figura 54 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos dos empreendimentos de carcinicultura do município de Acaraú-CE no período da pesquisa quanto à conformidade com a legislação ambiental vigente.



Fonte: Autor (2025).

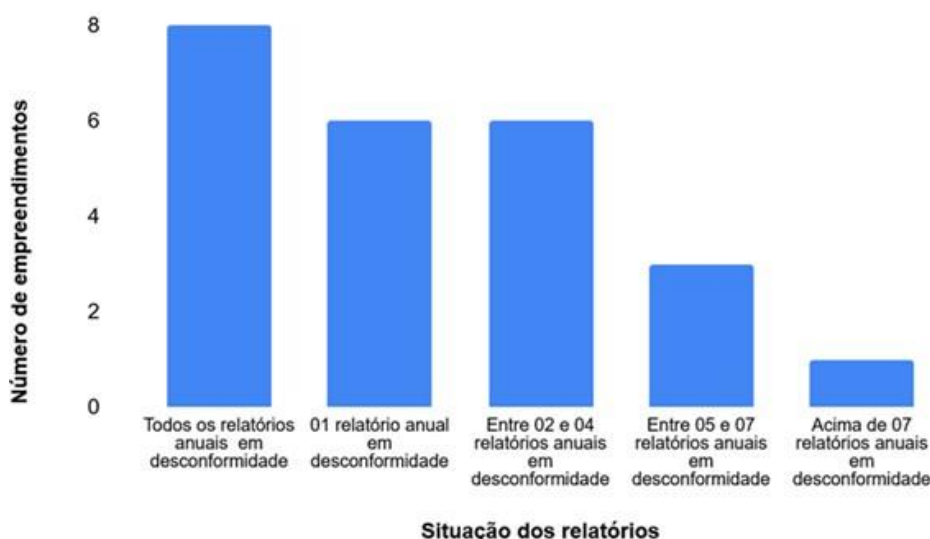
Do total dos 24 empreendimentos, 08 empreendimentos (32% de 25) apresentaram todos os relatórios anuais em desconformidade, 06 (24% de 25) apresentaram 01 relatório anual em desconformidade, 06 (24%) apresentaram entre 02 e 04 relatórios anuais em desconformidade, 03 (12%) apresentaram entre 05 e 07 relatórios anuais em desconformidade e 01 (4%) apresentou acima de 7 relatórios anuais em desconformidade (Figura 55).

Cabe ressaltar que os 25 empreendimentos correspondem a 23 fazendas de camarão administradas por 24 empresas, tendo em vista que 01 carcinicultura (01 empresa) não foi instalada, 02 carciniculturas (02 empresas) só tiveram emissão de LI, não necessitando de monitoramento de efluentes e 01 carcinicultura (01 empresa) não teve os relatórios de automonitoramento de efluentes exigidos pela SEMACE.

Nesse sentido, observou-se que a maioria dos empreendimentos de carcinicultura (08) apresentaram todos os relatórios anuais de automonitoramento dos efluentes líquidos em desconformidade com a legislação ambiental vigente, em pelo menos 01 parâmetro físico-químico ou microbiológico, enquanto que apenas 01 carcinicultura apresentou todos os relatórios anuais de automonitoramento de efluentes no período de 11 anos da pesquisa em conformidade com a legislação em todos os parâmetros estabelecidos pela legislação, em especial as resoluções do CONAMA e do COEMA.

Além disso, 10 carciniculturas (40% de 25), cerca de metade dos empreendimentos,

Figura 55 — Gráfico da situação da apresentação dos relatórios anuais de auto-monitoramento dos efluentes líquidos em desconformidade com a legislação ambiental vigente



Fonte: Autor (2025).

apresentaram mais de dois relatórios anuais de monitoramento em desconformidade com a legislação em pelo menos um parâmetro. Esse fato pode indicar o lançamento reiterado de efluentes líquidos potencialmente poluidores, ricos em matéria orgânica e inorgânica (principalmente nitrogênio e fósforo) tratados de forma inadequada ou não tratados, em corpos hídricos receptores, causando impactos ambientais adversos em comunidades aquáticas, tais como o aumento da densidade do plâncton em viveiros de cultivo, redução do crescimento de algas benéficas e o surgimento de microorganismos potencialmente nocivos nos cultivos de camarão (Santos *et al.*, 2021) (Páez-Osuna *et al.*, 2003). Como consequência, ocorre a contribuição para a poluição ambiental e eutrofização de recursos hídricos, poluição do solo e dos ecossistemas manguezais adjacentes (Cargnin João, 2024).

Em relação aos efluentes líquidos fora dos padrões estabelecidos, as principais medidas sugeridas para redução dos impactos ambientais negativos são: diminuição das trocas de água; uso de filtros biológicos (macroalgas e/ou moluscos) nos canais de drenagem dos viveiros e o uso de bacias de sedimentação para tratamento (Gesteira Paiva, 2003).

A análise técnica dos processos administrativos referentes aos Relatórios de Auto-monitoramento dos efluentes líquidos das carciniculturas protocolados na SEMACE evidenciou que, em determinados casos avaliados pelo setor de monitoramento ambiental, foram emitidos pareceres atestando a regularidade tanto na entrega dos relatórios trimestrais quanto na conformidade dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e hidrobiológicos com os limites

estabelecidos pela legislação vigente, mesmo com a presença de alguns resultados laboratoriais fora dos padrões.

Nesses casos, os documentos emitidos pela SEMACE apresentaram justificativas para os desvios identificados, indicando que os valores não excediam significativamente os limites máximos previstos na legislação vigente e que essas variações esporádicas dos parâmetros tinham origem natural, como a salinidade e a condutividade elétrica, geralmente elevadas devido à influência marinha no estuário. De modo geral, foi ressaltado nos processos de monitoramento que tais inconformidades em alguns parâmetros não ocasionavam impactos ambientais adversos relevantes sobre o equilíbrio dos ecossistemas adjacentes.

De forma semelhante, (Silva, 2024), em um estudo de impactos ambientais de efluentes líquidos, verificou que carciniculturas de porte micro e pequeno, embora tenham exercido influência nas condições de qualidade da água, o tamanho e o tipo de manejo empregado nos sistemas de cultivo extensivo não resultaram em impactos ambientais significativos.

Por outro lado, conforme (Lacerda *et al.*, 2021); (Aquino *et al.*, 2021) efluentes líquidos oriundos da atividade de carcinicultura, ricos em matéria orgânica e compostos inorgânicos podem contribuir para a eutrofização de corpos hídricos e poluição da água e dos sedimentos. Nesse aspecto, variações dos padrões físico-químicos (condutividade elétrica, DBO, DQO, turbidez, sólidos totais dissolvidos, fósforo total, nitrito, nitrato, entre outros) de efluentes de carcinicultura podem ocasionar alterações na qualidade da água do corpo receptor (Silva *et al.*, 2025).

A análise dos processos referentes aos relatórios anuais de automonitoramento de efluentes líquidos das carciniculturas evidenciou que, do total de 25 empreendimentos que apresentaram relatórios, nenhum deles incluiu informações sobre as alterações ambientais decorrentes da atividade. Além disso, os relatórios não apresentaram dados comparativos entre períodos consecutivos de coleta e análise laboratorial trimestral para parâmetros biológicos e hidrobiológicos, conforme preconiza o Anexo III da Resolução CONAMA nº 312/2002 (CEARÁ, 2002).

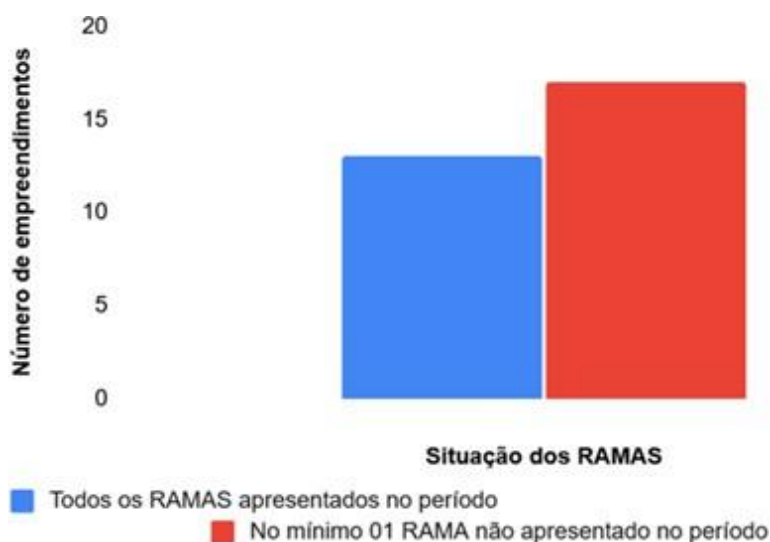
Ademais, a análise desses relatórios pela SEMACE não exigiu que os empreendimentos cumprissem essas análises comparativas entre períodos consecutivos. Esse fato evidencia falhas administrativas na gestão, no controle e no monitoramento desses processos pelo órgão ambiental competente.

No que se refere à entrega dos Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Am-

biental (RAMAs) anuais, estabelecidos como condicionantes ambientais das licenças, verificou-se que, do total de 30 empreendimentos de carcinicultura, 28 empreendimentos (93,33% de 30) apresentaram RAMAs anuais, enquanto 02 empreendimentos (6,66% de 30) não apresentaram nenhum RAMA no período.

Do total de 30 empreendimentos, 13 empreendimentos (43,33% de 30) apresentou todos os RAMAS anuais no período da pesquisa e 17 empreendimentos (56,66%) deixaram de apresentar pelo menos 01 RAMA anual (Figura 56). Salienta-se que os 30 empreendimentos correspondem a 28 fazendas de camarão administradas por 29 empresas distintas, tendo em vista que 01 carcinicultura (de 01 empresa) não foi instalada e 01 carcinicultura (01 empresa) só teve emissão de LI e teve os RAMAs dispensados pela SEMACE.

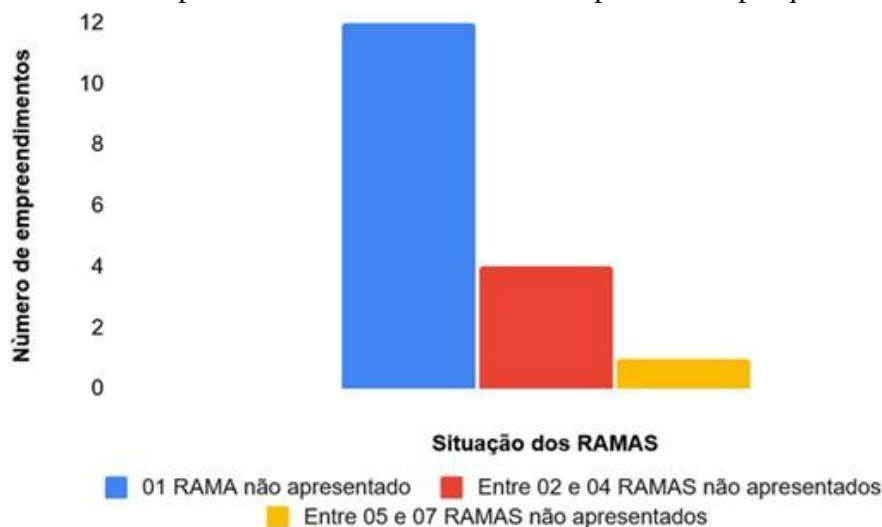
Figura 56 — Situação da apresentação dos RAMAS anuais dos empreendimentos de carcinicultura.



Fonte: Autor (2025).

Do total dos 17 empreendimentos de carcinicultura que deixaram de apresentar RAMA anual, 12 empreendimentos (40% de 30, 70,58% de 17) deixaram de apresentar 01 RAMA anual no período, 04 (13,33% de 30, 23,52% de 17) deixaram de apresentar entre 02 e 04 RAMAS anuais e 01 empreendimento (3,33% de 30, 5,88% de 17) deixaram de apresentar entre 05 e 07 RAMAS anuais (Figura 57).

Figura 57 — Gráfico da situação dos empreendimentos de carcinicultura que não apresentaram RAMAS anuais no período da pesquisa.



Fonte: Autor (2025).

Em relação ao prazo de entrega dos Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMAs) anuais, verificou-se que, dos 28 empreendimentos de carcinicultura que apresentaram RAMAs no período, apenas 3 empreendimentos (10,71%) entregaram todos os relatórios anuais dentro do prazo estabelecido pela legislação ambiental (IN SEMACE nº 02/2017).

Oito empreendimentos (28,57%) apresentaram todos os RAMAs anuais fora do prazo. Quatro empreendimentos (14,28%) tiveram um RAMA anual fora do prazo. Nove empreendimentos (32,14%) apresentaram entre 2 e 4 RAMAs anuais fora do prazo. Outros 4 empreendimentos (14,28%) entregaram entre 5 e 7 RAMAs anuais fora do prazo (Gráfico 34).

Ressalta-se que os 28 empreendimentos correspondem a 26 fazendas de camarão administradas por 27 empresas distintas. Isso ocorre porque uma carcinicultura (uma empresa) não foi instalada e outra carcinicultura (uma empresa) teve apenas a emissão de LI, com os RAMAs dispensados pela SEMACE.

Nesse sentido, observou-se que a maioria dos empreendimentos de carcinicultura (28, 93,33%) apresentaram RAMAS anuais como forma de monitoramento das atividades e dos impactos ambientais adversos relacionados ao consumo de matérias-primas e insumos, consumo de água de abastecimento dos viveiros, geração de resíduos sólidos e geração, tratamento e destinação de efluentes líquidos oriundos do cultivo dos animais.

Entretanto, verificou-se que, do total das carciniculturas que apresentaram RAMAs

anuais (28), a maioria delas (25, 89,28%) apresentaram esses relatórios de monitoramento fora do prazo estabelecido, verificando-se descumprimento de condicionante ambiental das licenças emitidas e descumprimento à legislação ambiental vigente, verificando-se a prática de infração e crime ambientais passíveis de sanções penais e administrativas.

Além disso, ao se analisar os processos administrativos relacionados à submissão dos Relatórios de Automonitoramento Ambiental (RAMAs) nos sistemas SIGA e NATUUR da SEMACE, constatou-se que a maioria dos documentos protocolados (dentro e fora do prazo estabelecido) não contava com parecer ou relatório técnico emitido pelo setor de monitoramento ambiental da instituição, responsável por avaliar o conteúdo e verificar a conformidade das informações apresentadas. Essa ausência de análise técnica representa uma fragilidade nos mecanismos de gestão, controle e fiscalização desses relatórios anuais.

Em relação ao tratamento dos efluentes líquidos gerados pelo cultivo nos viveiros de engorda, nos tanques do tipo berçário e nos tanques de pós-larvas (laboratórios de larvicultura), verificou-se, a partir da análise dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas, que o tratamento poderia ser realizado por diferentes mecanismos e estruturas.

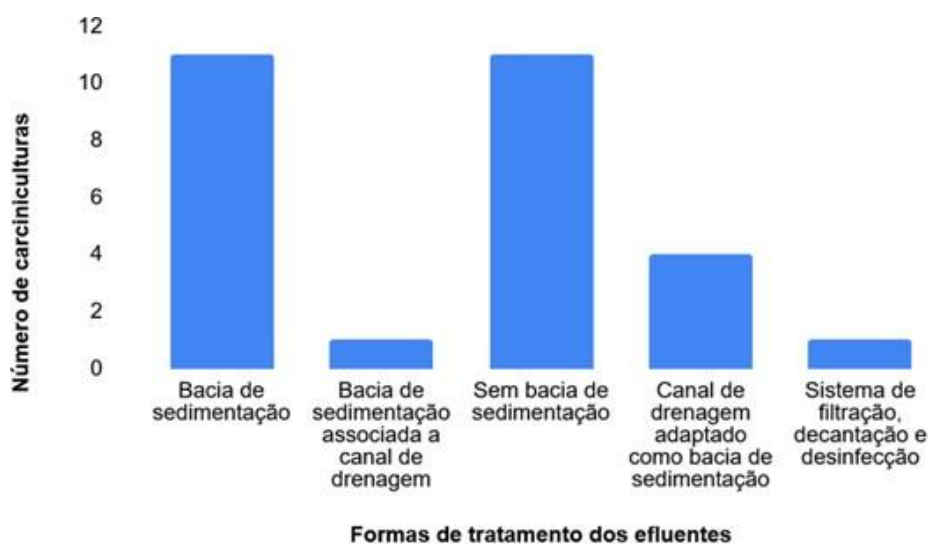
Entre eles, destacam-se: instalação de bacias de sedimentação interligadas aos viveiros, permitindo tratamento físico-químico e biológico; associação de bacias de sedimentação com canais de drenagem para o tratamento dos efluentes; adaptação de canais de drenagem existentes como bacias de sedimentação; uso de filtração com carvão ativado associado a tanque de decantação e agentes químicos de desinfecção, especialmente nos laboratórios de larvicultura; e a utilização de probióticos para auxiliar no tratamento dos efluentes.

Alguns trabalhos também descrevem outras formas eficientes de tratamento de efluentes líquidos oriundos de carciniculturas, não identificados ou descritos nestes processos de licenciamento das carciniculturas de Acaraú-CE, tais como o tratamento biológico de efluentes por macrófitas aquáticas para remoção de nitrogênio, fósforo e turbidez, descrito por Henry-Silva; Camargo (2008).

Do total das 28 carciniculturas/fazendas de camarão, verificou-se que 11 carciniculturas (39,28%) utilizavam bacias de sedimentação como tratamento, 01 carcinicultura (3,57%) utilizava a bacia de sedimentação associada ao canal de drenagem, 11 carciniculturas (39,28%) não possuíam bacia de sedimentação instalada; 04 (14,28%) utilizavam o canal de drenagem adaptado como bacia de sedimentação e 01 carcinicultura (laboratório de larvicultura) (3,57%) realizava o tratamento através da associação de filtro de carvão ativado com tanque de decantação

e uso de agentes químicos como forma de desinfecção (Figura 58).

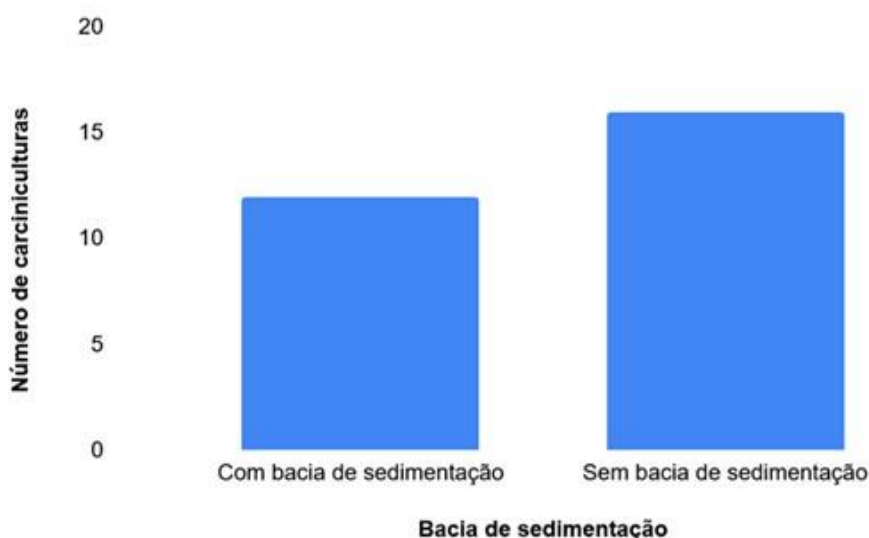
Figura 58 — Gráfico dos tipos/formas de tratamento dos efluentes líquidos gerados nas carciniculturas do município de Acaraú-CE no período da pesquisa.



Fonte: Autor (2025).

Dessa forma, do total das 28 carciniculturas instaladas e em operação, 12 (42,85%) possuíam bacia de sedimentação em operação, enquanto que 16 (57,14%) não possuíam bacia de sedimentação instalada (Figura 59).

Figura 59 — Gráfico da existência de bacia de sedimentação como forma de tratamento dos efluentes líquidos das carciniculturas



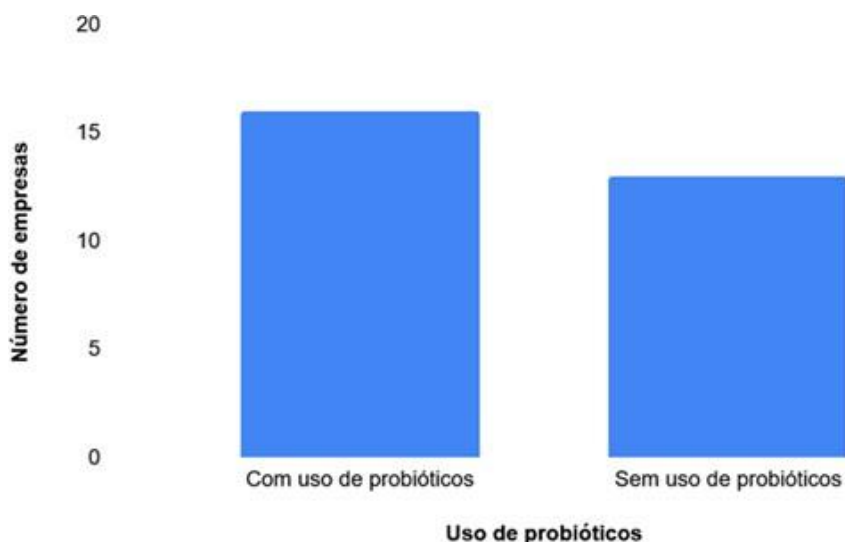
Fonte: Autor (2025).

O diagnóstico das carciniculturas do estado do Ceará, realizado pelo IBAMA em

2004 (IBAMA, 2005), identificou para o estuário do rio Acaraú que, dos 29 empreendimentos avaliados, 26 não possuíam bacia de sedimentação para tratamento de efluentes, apenas dois apresentavam essa estrutura e um teve o método de tratamento não identificado.

Em relação ao uso de probióticos nos sistemas de cultivo como forma de tratamento dos efluentes líquidos gerados, do total de 29 empresas que administraram carcinicaturas no período da pesquisa, verificou-se que 16 empresas (55,17%) utilizaram probióticos como forma de tratamento dos efluentes, enquanto que 13 empresas (44,82%) não utilizaram probióticos como tratamento (Figura 60). Salienta-se que não foi considerado 31 empresas no cálculo, tendo em vista que 01 empresa não chegou a ter a carcinicultura instalada e 01 empresa só teve LI emitida.

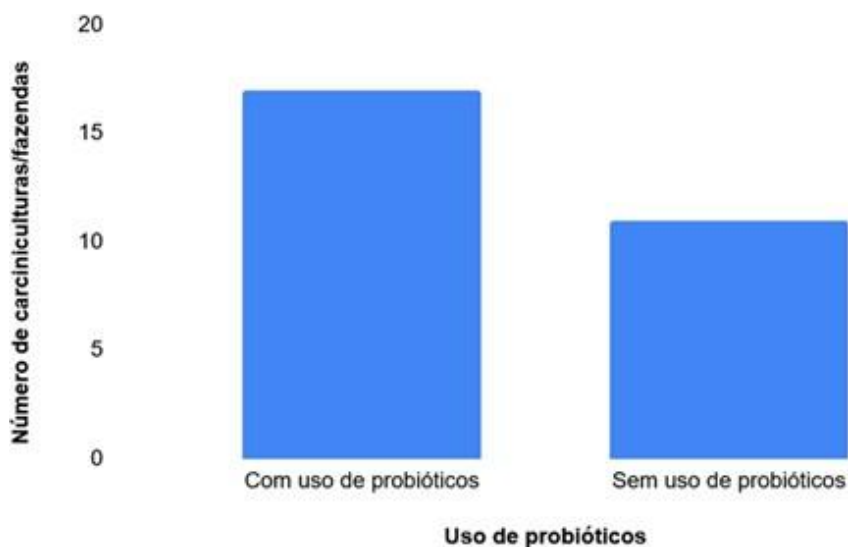
Figura 60 — Gráfico do número de empresas que utilizaram probióticos como forma de tratamento dos efluentes líquidos nas carcinicaturas em Acaraú-CE.



Fonte: Autor (2025).

No que se refere ao quantitativo de carcinicaturas/fazendas de camarão, verificou-se que 17 carcinicaturas (60,71% de 28) utilizaram probióticos, enquanto 11 fazendas (39,28% de 28) não utilizaram probióticos (Figura 61). No caso do número de fazendas, utilizou-se o quantitativo de 28, tendo em vista que 01 carcinicultura não foi instalada, 01 empresa administrou 02 carcinicaturas distintas e 01 empresa só teve LI.

Figura 61 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas que utilizaram probióticos como forma de tratamento dos efluentes líquidos nas carciniculturas em Acaraú-CE.



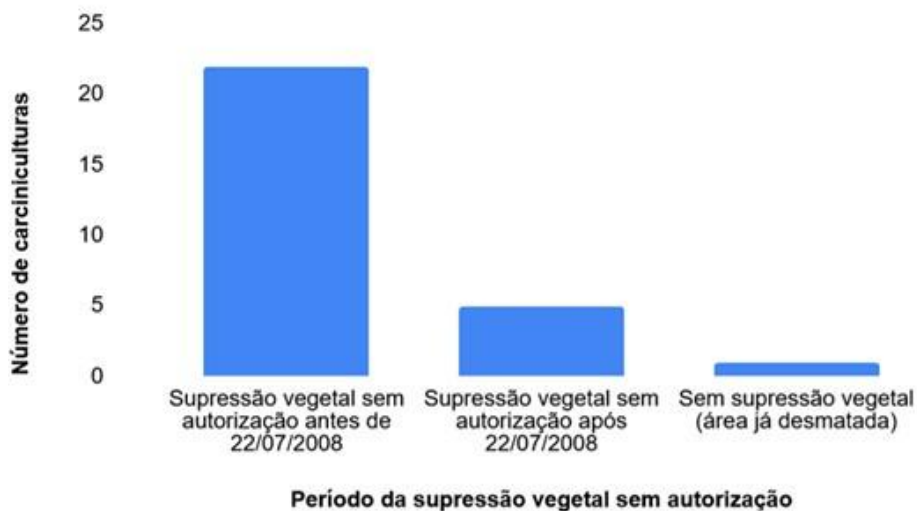
Fonte: Autor (2025).

No caso do uso de probióticos como forma de tratamento dos efluentes de carcinicultura, alguns trabalhos mostram controvérsias na eficácia de tratamento e manutenção dos parâmetros de qualidade da água de cultivo em sistemas intensivos com uso de bioflocos. Conforme Ferreira *et al.* (2017), a adição de um probiótico comercial não afetou a qualidade da água, as bactérias, o fitoplâncton e o desempenho dos camarões.

No que concerne às atividades de supressão vegetal irregular, ou seja, realizadas sem autorização ambiental, verificou-se, por meio de imagens históricas do *Google Earth*, que 22 das 28 carciniculturas (78,57%) realizaram desmatamento de vegetação nativa antes de 22/07/2008, em áreas rurais consolidadas. Nesse caso, a infração de supressão vegetal sem autorização foi “anistiada”, conforme dispositivos da Lei Federal nº 12.651/2012.

Cinco carciniculturas (17,85%) realizaram supressão vegetal prévia à instalação dos viveiros após a data de 22/07/2008, em áreas rurais não consolidadas, não se beneficiando da “anistia” para a infração ambiental. Uma carcinicultura (3,57%) não realizou supressão vegetal antes da construção, pois a área de instalação já estava desmatada. Trata-se de uma unidade do tipo laboratório de larvicultura (Figura 62).

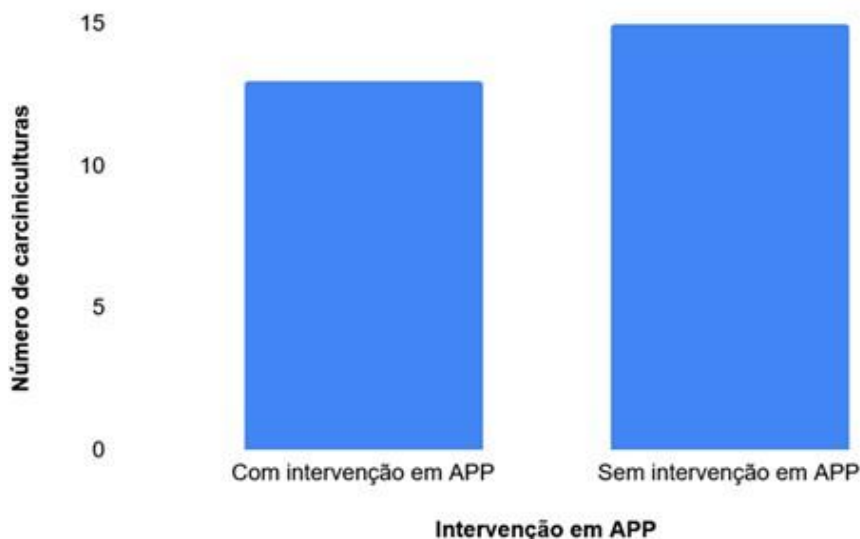
Figura 62 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação ao período de supressão vegetal irregular para construção das carciniculturas e enquadramento como área rural consolidada ou área rural não consolidada



Fonte: Autor (2025).

No que se refere ao monitoramento ambiental das carciniculturas quanto à intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP) de recursos hídricos e manguezais pelas estruturas construídas — como viveiros, diques, canais de abastecimento e drenagem, depósitos de materiais e comportas —, verificou-se, por meio da análise dos pareceres técnicos e mapas georreferenciados constantes nos processos de licenciamento, o seguinte: Das 28 carciniculturas efetivamente instaladas, 13 unidades (46,42%), pertencentes a 13 empresas, apresentaram ocupação em APP de recursos hídricos e/ou manguezais adjacentes às fazendas. As 15 carciniculturas restantes (53,57%), administradas por 18 empresas, não apresentaram ocupação em APP (Figura 63).

Figura 63 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação à intervenção/ocupação de APP de recursos hídricos e manguezais, conforme análise dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas na SEMACE.



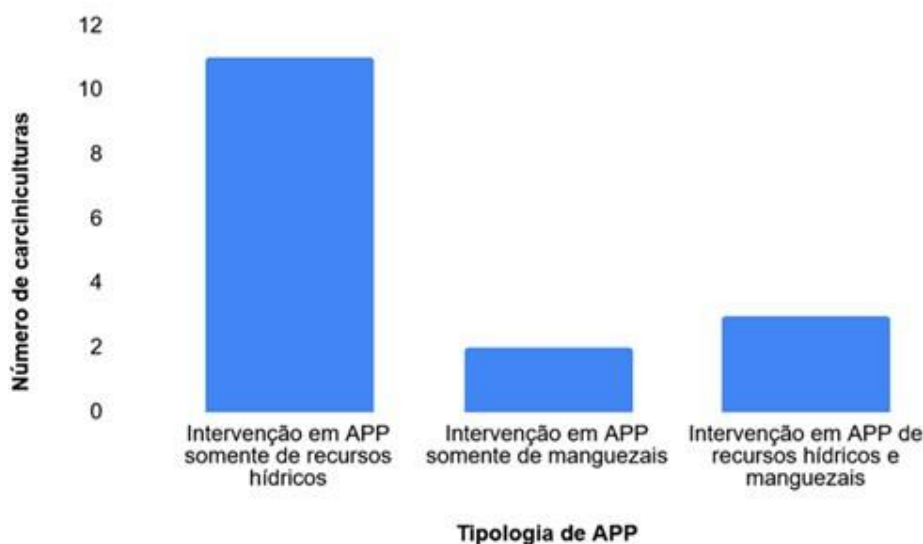
Fonte: Autor (2025).

Das 13 carciniculturas que ocuparam APPs no período da pesquisa, observou-se que 11 delas (84,61%) ocuparam APP somente de recursos hídricos (rios, riachos e gamboas de rios), 02 carciniculturas (15,38%) ocuparam somente APP de mangue, enquanto que 03 carciniculturas (23,07%) ocuparam APP de manguezais e de recursos hídricos (Figura 64).

Conforme os pareceres técnicos e mapas dos processos de licenciamento, o somatório das áreas das 11 carciniculturas que ocuparam APP de recursos hídricos (incluindo 2 unidades com áreas não informadas) foi de 13,01 ha. Verificou-se que apenas 2 carciniculturas que ocuparam APP foram classificadas como área rural não consolidada, uma ocupando APP de rio e outra APP de mangue, ou seja, foram instaladas após 22/07/2008, de forma irregular.

O somatório das áreas das 02 carciniculturas que ocuparam APP de manguezais foi de 3 ha. Quando comparados aos dados apresentados por Fernandes *et al.* (2018), verifica-se uma diferença expressiva na intensidade da ocupação antrópica. Enquanto no presente trabalho as áreas convertidas foram relativamente reduzidas, o estudo daqueles autores, baseado em análise de sensoriamento remoto para o município de Porto do Mangue–RN, identificou uma ocupação de vegetação de mangue significativamente maior, atingindo 25 ha entre 1999 e 2003. Essa diferença pode ser explicada pelas características específicas dos empreendimentos aquícolas analisados em cada estudo, indicando que a magnitude do impacto da atividade de carcinicultura sobre ambientes de manguezal pode variar substancialmente entre regiões (grifo nosso).

Figura 64 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação à intervenção/ocupação de APP conforme tipologia, de acordo com análise dos processos de licenciamento ambiental das carciniculturas na SEMACE.



Fonte: Autor (2025).

As 11 carciniculturas restantes foram descritas nos pareceres técnicos como situadas em áreas rurais consolidadas, ou seja, ocupadas antes de 22/07/2008, conforme o Art. 3º, Inciso IV e § 6º do Art. 11-A da Lei nº 12.651, de 27 de maio de 2012 (Brasil, 2012).

Nesse sentido, verifica-se que a legislação ambiental brasileira permitiu uma espécie de “anistia” aos empreendimentos de carcinicultura que tenham ocupado APP em área rural consolidada antes de 22/07/2008, permitindo a regularização ambiental através do licenciamento para esses empreendimentos, desde que estejam inseridos em apicuns ou salgados e se obriguem a assinar termo de compromisso de preservação da integridade dos manguezais arbustivos adjacentes.

Por outro lado, os ambientes de apicum e salgado, por terem essa prerrogativa legal de exploração e ocupação, representam áreas muito ocupadas por carciniculturas. Entretanto, essas mesmas áreas de apicum ocupadas por viveiros de camarão também são áreas propícias para avanço e crescimento de vegetação de mangue circunvizinha, tendo em vista que a dinâmica fluvial e a ação das marés promovem a ruptura dos diques anteriormente construídos, permitindo a entrada de água doce e salobra no local, lavando gradualmente o ambiente, reduzindo os níveis de salinidade do solo e criando condições favoráveis para o estabelecimento natural da vegetação de mangue (Oliveira, 2017).

Quanto à preservação dos manguezais, Ashton (2008) recomenda que as carcini-

culturas sejam instaladas atrás desses ecossistemas, fora de apicuns e salgados. Contudo, essa medida requer capacidade institucional de coordenação, fiscalização eficaz, incentivos adequados, regularização fundiária e participação das partes interessadas.

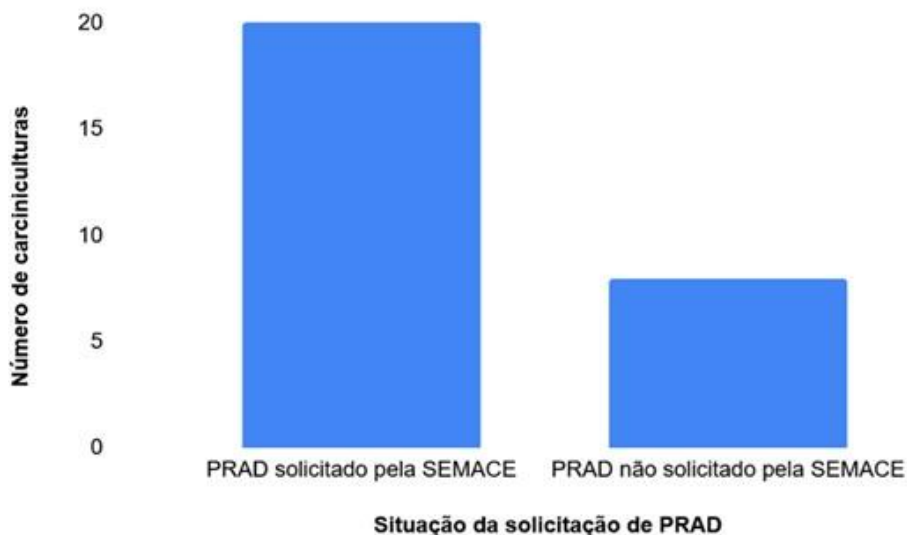
Conforme as informações constantes nos pareceres e mapas georreferenciados constantes nos processos, observou-se que o somatório das áreas que sofreram ocupação/intervenção das estruturas das carciniculturas em APP (16,01 ha) era relativamente pequeno (aproximadamente 1,55% do total) quando comparado à área de produção total de 1.032,20 ha para as 28 carciniculturas instaladas.

Entretanto, verifica-se que a intervenção/ocupação dessas áreas informadas em APP de manguezais e recursos hídricos pelas carciniculturas está relacionada a atividades de supressão vegetal de áreas de vegetação nativa de mangue, apicuns, salgados e matas ciliares de rios, além de escavações do solo, terraplanagem, construção de diques, comportas, canais, entre outras estruturas. Segundo Barbier *et al.* (2011); Tancredo *et al.* (2011); (Oliveira, 2017); Fernandes *et al.* (2018), essas atividades ocasionam diversos impactos ambientais adversos, tais como redução da biodiversidade, aumento dos processos erosivos e assoreamento do solo, soterramento de gamboas e canais de maré, alterações do fluxo de marés, modificações no regime hídrico dos rios.

No diagnóstico do monitoramento ambiental das carciniculturas, outro aspecto analisado foi a solicitação/exigência nos processos de licenciamento ambiental da apresentação, análise prévia, aprovação e execução de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) pelas carciniculturas que desmataram vegetação nativa em APP de recursos hídricos e manguezais e suas feições (apicuns e salgados).

Do total das 28 carciniculturas efetivamente instaladas no período, verificou-se que para 08 carciniculturas (28,57%) não foram exigidos PRADs nos processos de licenciamento, tendo em vista a ausência de supressão vegetal irregular e ocupação de APP pelos empreendimentos, enquanto que para 20 carciniculturas (71,42%) verificou-se a solicitação pela SEMACE de apresentação de PRADs (Figura 65).

Figura 65 — Gráfico do número de carciniculturas/fazendas em relação à apresentação de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) para áreas com vegetação nativa suprimida e ocupação de APP de recursos hídricos e/ou manguezais.



Fonte: Autor (2025).

Do total das 20 carciniculturas para as quais foram solicitados PRADs, 05 carciniculturas (25% de 20) tiveram PRADs apresentados à SEMACE nos prazos estabelecidos nos processos, enquanto 15 empreendimentos (75% de 20) não apresentaram os respectivos PRADs antes da emissão da licença ou como condicionante da LO no prazo de 180 dias após a emissão da licença (Figura 66). Do total dos 05 empreendimentos que apresentaram PRAD, verificou-se que nenhum deles apresentou relatório de execução das atividades propostas no cronograma de execução do estudo, conforme exigido em condicionante da LO.

Figura 66 — Gráfico da situação da apresentação dos PRADs à SEMACE pelas carciniculturas que tiveram áreas com vegetação nativa suprimida e ocupação de APP de recursos hídricos e/ou manguezais.



Fonte: Autor (2025).

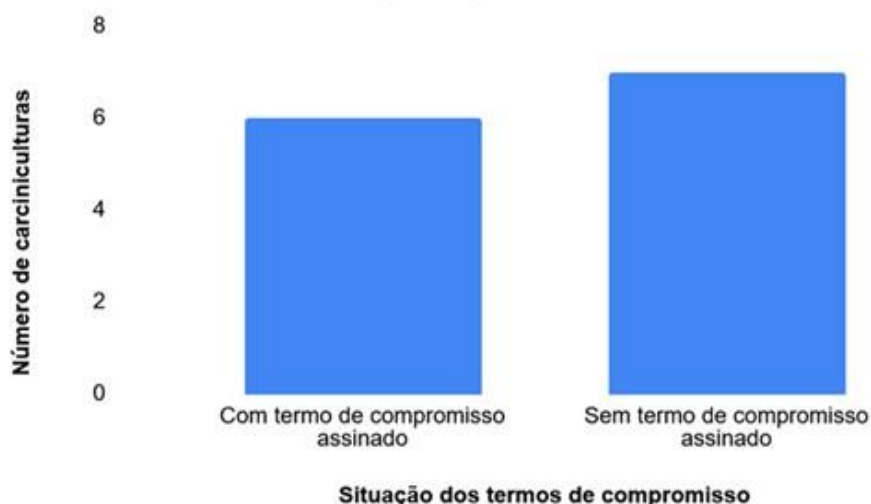
Observou-se que a maioria das carciniculturas que realizaram supressão vegetal e instalaram estruturas total ou parcialmente em APP de recursos hídricos e/ou manguezais não apresentou os respectivos PRADs. Esses estudos são fundamentais para balizar a recuperação das áreas impactadas, especialmente em ecossistemas sensíveis, como os manguezais do estuário do rio Acaraú. Tal fato indica descumprimento da legislação ambiental vigente pelos empreendedores, bem como ausência de execução de medidas compensatórias pelos impactos e danos ambientais, mantendo-se o passivo ambiental (grifo nosso).

Além disso, nenhum dos empreendimentos que entregaram PRAD à SEMACE apresentou relatórios de execução das atividades previstas nos cronogramas aprovados. Também não houve exigência, via ofício, do acompanhamento desses relatórios após o prazo de validade da entrega. Esses aspectos revelam fragilidades na gestão e no monitoramento desses processos pelo órgão ambiental competente. Segundo Costa (2022), após a implantação de PRADs, é imprescindível o monitoramento e a fiscalização dos projetos de recuperação, restauração e reabilitação do meio ambiente degradado. Os principais problemas constatados são: a falta de monitoramento e fiscalização por parte do Estado; ausência de acompanhamento devido pelos responsáveis pela implantação; falta de recursos humanos capacitados tanto na elaboração, como na execução e monitoramento, além de recursos financeiros por parte dos órgãos ambientais disponíveis para fiscalização da execução (Corrêa, 2014) (Back, 2017).

No que se refere à exigência pela SEMACE de termos de compromisso para recupe-

ração de áreas degradadas e preservação da integridade dos manguezais arbustivos adjacentes às carciniculturas, conforme o Art. 11-A, § 6º da Lei Federal nº 12.651/2012, do total de 28 carciniculturas instaladas, verificou-se que 13 tiveram intervenção em APP no período e 15 não tiveram. Das 13 carciniculturas que realizaram intervenção em APP, verificou-se que 06 carciniculturas (46,15% de 13) tiveram os termos de compromisso elaborados e assinados pelos empreendedores junto à SEMACE, enquanto que 07 carciniculturas (53,84%) não assinaram esse documento junto à autarquia ambiental (Figura 67).

Figura 67 — Gráfico do número de carciniculturas que assinaram termo de compromisso junto à SEMACE para recuperação de áreas degradadas e preservação integral dos ecossistemas de manguezais arbustivos adjacentes aos empreendimentos, conforme exigência legal do Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012).



Fonte: Autor (2025).

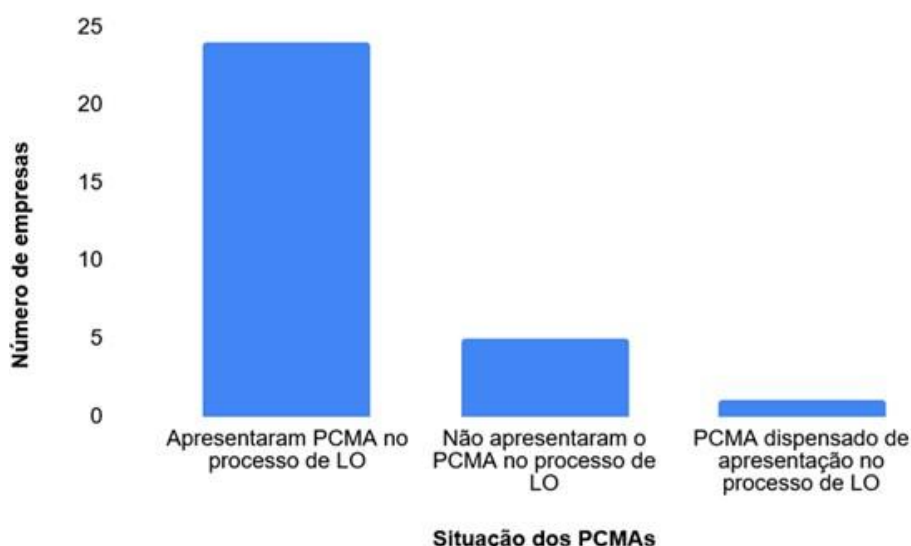
Conforme a análise, mais da metade das fazendas de camarão que intervieram em APP no período da pesquisa não firmaram termos de compromisso de recuperação de áreas degradadas nem de preservação integral dos ecossistemas de manguezais nas imediações dos empreendimentos. Observou-se, portanto, a ausência de compromisso por parte dos empreendedores quanto à restauração dos ecossistemas impactados e à preservação das áreas ainda conservadas, configurando desobediência a requisitos legais.

Além disso, a análise das diretrizes e do conteúdo dos termos elaborados pela SEMACE mostrou que eles não estabeleciam prazos específicos para a apresentação de relatórios de execução dos planos de recuperação de áreas degradadas, nem para a situação atualizada das áreas de manguezais preservados. Apesar de preverem a possibilidade de fiscalização dos

empreendimentos pela SEMACE, os termos revelam a inexistência de mecanismos efetivos de acompanhamento do cumprimento e da eficiência das medidas pelos órgãos ambientais competentes.

Em relação à apresentação dos Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA), solicitados como estudo ambiental nos processos de LO, conforme a Resolução CONAMA nº 312/2002, verificou-se que, do total de 30 empresas de carcinicultura, 05 empresas/carciniculturas (16,66%) não apresentaram o PCMA nos processos de licenciamento, enquanto 24 empresas/carciniculturas (80%) apresentaram o PCMA nos processos e 01 empresa/carcinicultura (3,33%) teve a apresentação do PCMA dispensada (Figura 68). Salienta-se que não foram consideradas 31 empresas no cálculo, tendo em vista que 01 empresa não chegou a ter a carcinicultura instalada. Em relação à apresentação desse estudo ambiental, de forma comparativa, conforme Araripe; Lopes; Bastos (2006), 12 empreendimentos de carcinicultura apresentaram PCA nos processos de licenciamento ambiental entre os anos de 1988 e 2001 para municípios localizados na UC APA do Delta do Parnaíba no estado do Piauí.

Figura 68 — Gráfico da situação das empresas de carcinicultura quanto à entrega dos Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) solicitados como estudo ambiental nos processos de LO, conforme exigido pela Resolução CONAMA nº 312/2002.

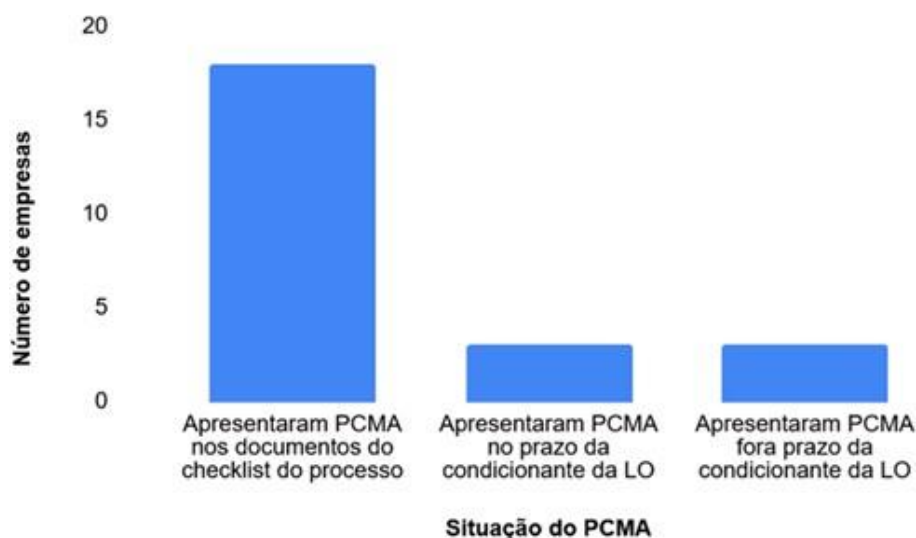


Fonte: Autor (2025).

Do total das 24 empresas que apresentaram o PCMA, 18 empresas (75% de 24) apresentaram o PCMA como estudo ambiental antes da emissão da LO, como documento do checklist, enquanto que 06 empresas (25%) apresentaram como condicionante da LO, sendo que

03 empresas (12,5% de 24) apresentaram no prazo de 180 dias após a data de emissão da LO e 03 empresas (12,5% de 24) apresentaram fora do prazo de 180 dias estabelecido na condicionante ambiental (Figura 69).

Figura 69 — Gráfico da situação das empresas de carcinicultura que apresentaram os Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) solicitados como estudo ambiental nos processos de LO, conforme exigido pela Resolução CONAMA nº 312/2002.



Fonte: Autor (2025).

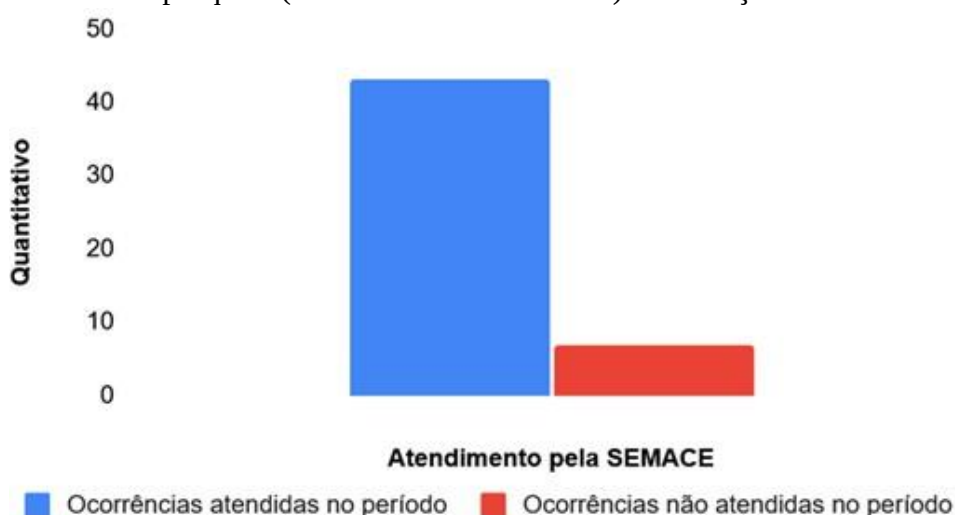
Em relação aos PCMA, verificou-se que a maior parte das empresas de carcinicultura apresentaram esse estudo ambiental como documento constante do checklist dos processos de LO, necessário à análise técnica prévia dos impactos ambientais negativos inerentes a essa atividade, bem como a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos diagnosticados, como também os programas de controle e monitoramento ambiental, especialmente dos efluentes líquidos potencialmente poluidores.

Entretanto, uma parte das empresa tiveram esse estudo ambiental apresentado somente como condicionante da LO, em um prazo máximo de 180 dias, após a aprovação e emissão da licença, verificando-se que para esses empreendimentos a análise do diagnóstico ambiental e das medidas de gestão e controle ambiental só poderiam ser aprovadas após a emissão da licença ambiental. Nesse sentido, verificou-se a ausência de padronização de procedimentos administrativos para análise e emissão das licenças.

5.3 Fiscalização ambiental de carcinicaturas

Em relação à fiscalização ambiental de carcinicaturas no município de Acaraú no período de estudo, conforme a pesquisa realizada no sistema NATUUR da SEMACE, verificou-se que o número total de ocorrências/denúncias cadastradas na SEMACE relacionadas à atividade de carcinicultura no período foi 50. Desse total, 43 (86%) foram atendidas no período da pesquisa, enquanto 07 ocorrências (14%) não foram atendidas até o final do período da pesquisa (31/12/2023), estando com o status “Aguardando atendimento (Figura 70).

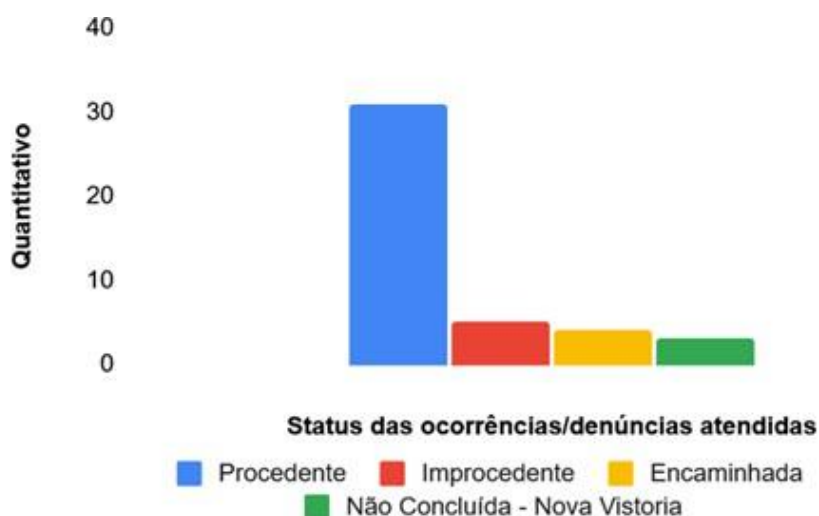
Figura 70 — Gráfico do número de ocorrências/denúncias de carcinicultura cadastradas na SEMACE no município de Acaraú-CE no período da pesquisa (01/01/2013 a 31/12/2023) e a situação de atendimento.



Fonte: Autor (2025).

Do total das 43 ocorrências atendidas no período, 31 ocorrências (72,09%) foram classificadas como Procedente, 05 (11,62%) como Improcedente, 04 classificadas como Encaminhada (9,30%) e 03 (6,97%) como Não Concluída – Nova Vistoria (Figura 71). Salienta-se que as ocorrências/denúncias atendidas classificadas como “Encaminhada” referem-se a denúncias que, conforme análise do conteúdo, são direcionadas pela SEMACE a outros órgãos públicos para atendimento, tendo em vista a ausência de competência legal da SEMACE, conforme descrito na Lei Complementar nº 140/2011. As ocorrências atendidas e respondidas pela SEMACE como “Não Concluída – Nova Vistoria” referem-se a denúncias que tiveram uma vistoria técnica de campo por equipe de fiscalização e que foram necessárias uma nova vistoria para completar a apuração das infrações.

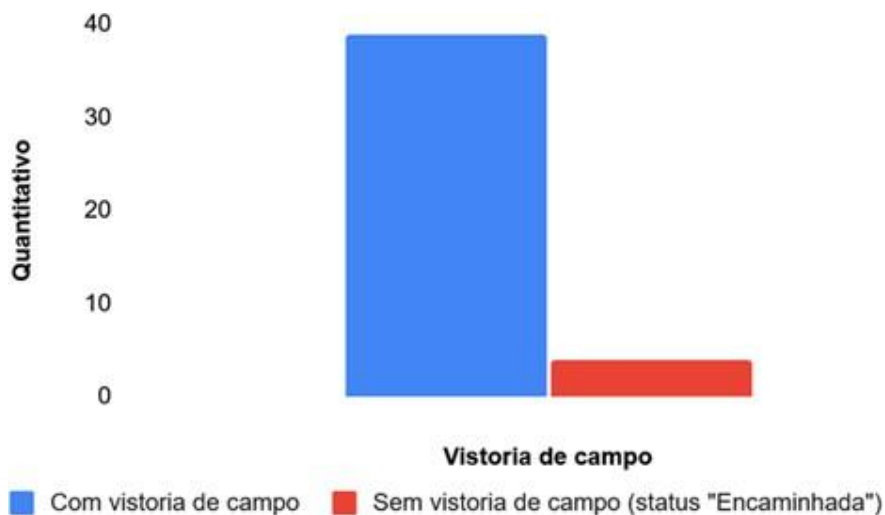
Figura 71 — Gráfico da classificação das ocorrências/denúncias de carcinicultura atendidas pela SEMACE no município de Acaraú-CE no período da pesquisa (01/01/2013 a 31/12/20).



Fonte: Autor (2025).

Dessa forma, do total de 43 ocorrências atendidas, 39 (90,69%) tiveram vistoria técnica de campo, enquanto 04 (9,30%) não tiveram vistoria, correspondendo as classificadas como “Encaminhada” (Figura 72).

Figura 72 — Gráfico do número de ocorrências/denúncias de carcinicultura atendidas pela SEMACE no período da pesquisa no município de Acaraú-CE conforme a existência de vistoria técnica de campo.



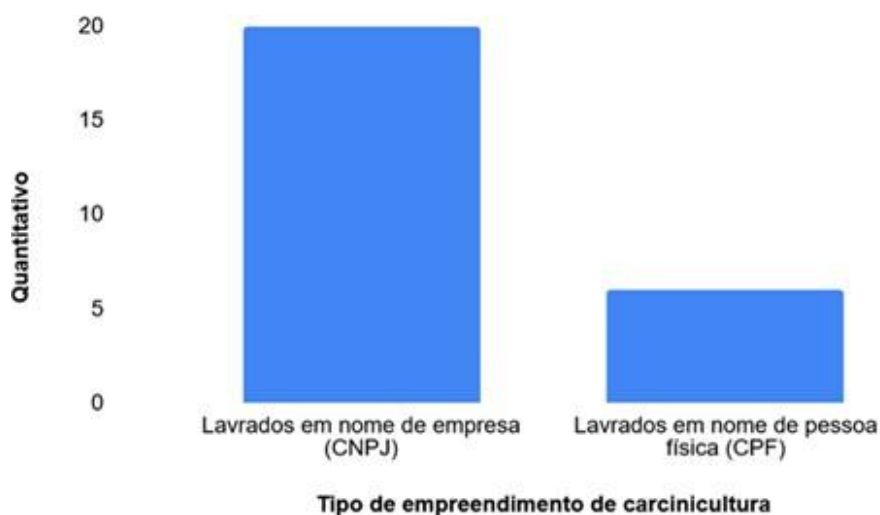
Fonte: Autor (2025).

Em relação às sanções administrativas lavradas pelo setor de fiscalização da SEMACE (Diretoria de Fiscalização – DIFIS) oriundas de ações fiscalizatórias em empreendimentos

de carcinicultura no município, foram lavrados um total de 33 documentos administrativos, sendo 26 autos de infração (multa simples), 06 termos de embargo/interdição e 01 notificação.

Os 26 autos de infração lavrados no período tratam-se de multa simples aplicada aos empreendedores, não sendo aplicado nenhum auto de infração com valor de advertência e multa diária. Dos 26 autos de infração, 20 autos (76,92%) foram lavrados para empresas (CNPJ), enquanto 06 (23,07%) foram lavrados em nome de pessoa física (CPF), sendo 02 pessoas físicas com 02 autos de infração lavrados cada uma e 02 pessoas físicas com 01 auto de infração lavrado cada (Figura 73).

Figura 73 — Gráfico dos autos de infração com valor de multa simples lavrados para empreendimentos de carcinicultura no período da pesquisa para o município de Acaraú-CE.



Fonte: Autor (2025).

Os 26 autos de infração foram lavrados para um total de 15 empreendedores distintos, sendo 04 empreendedores (26,66%) cadastrados como pessoa física (06 autos de infração no total) e 11 empreendedores (73,33%) do tipo pessoa jurídica. O Quadro 21 apresenta a distribuição dos 26 autos de infração entre os 15 empreendimentos de carcinicultura (pessoas físicas e jurídicas). O somatório dos valores das 26 multas simples aplicadas aos 15 empreendimentos de carcinicultura foi de R\$ 361.300,00, enquanto que a média de valores por multa aplicada foi de R\$ 13.896,15. Do total dos 26 autos lavrados, 22 autos (84,61%) estavam julgados administrativamente em 1º instância na SEMACE até o período final da pesquisa (31/12/2023), enquanto 04 (15,38%) ainda não estavam julgados em 1º instância no final do período.

Quadro 21 — Distribuição dos autos de infração com valor de multa simples entre os empreendimentos de carcinicultura no período da pesquisa.

Número de empreendimentos de carcinicultura autuados no período	Número de autos de infração por empreendimento de carcinicultura	Número total de autos de infração
8 empreendimentos	1	8
4 empreendimentos	2	8
2 empreendimentos	3	6
1 empreendimento	4	4
Total (15 empreendimentos)	—	26

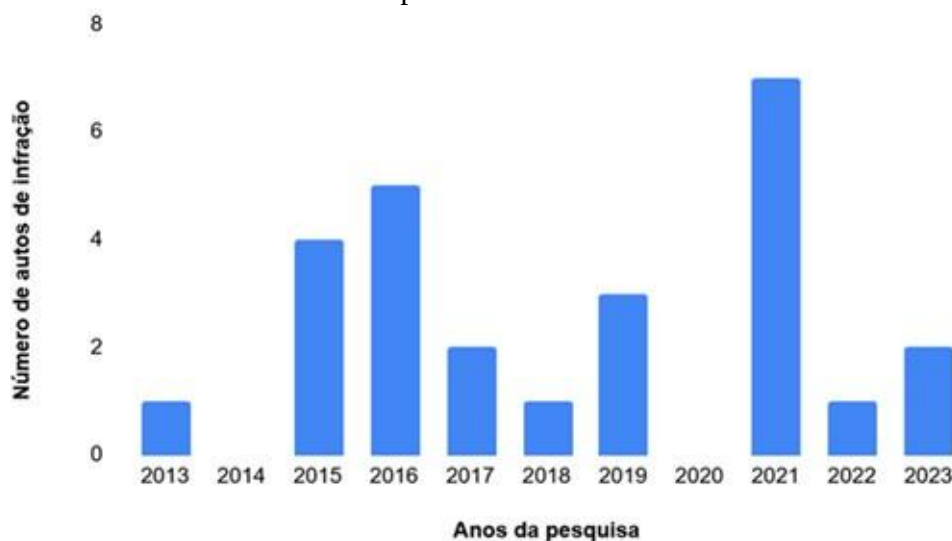
Fonte: Autor (2025).

Importante destacar que os 15 empreendimentos autuados no período (11 empresas e 04 pessoas físicas) não correspondem aos mesmos empreendimentos que possuíam licenças ambientais emitidas no mesmo período, objeto da primeira parte da presente pesquisa. Uma parte desses 15 empreendimentos de carcinicultura autuados pela SEMACE nunca possuíram licença ambiental emitida no período.

O Figura 74 apresenta a distribuição dos autos de infração lavrados no período da pesquisa por ano. O ano de 2021 com 07 autos de infração foi o que apresentou a maior quantidade de autos lavrados no período (26,92%), todos correspondendo a infrações cometidas pela ausência de entrega à SEMACE de Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMAs) anuais no prazo estabelecido pela legislação ambiental vigente (30 dias após a data de validade das licenças), seguido do ano de 2016 com 05 autos (19,23%) e do ano de 2015 com 04 autos (15,38%).

A análise do gráfico revela que o ano de 2021 registrou o maior número de autos de infração (07), sendo esses autos lavrados de forma automática por meio do sistema NATUUR da SEMACE, conforme preconizado pelo Parágrafo Único do Art. 29 do Decreto Estadual nº 34.316/2021 (Ceará, 2021). Esse sistema passou a gerar autos de infração de forma automatizada no final do ano de 2019 a partir da verificação da ausência de entrega, dentro do prazo

Figura 74 — Gráfico da distribuição dos autos de infração lavrados por ano para carciniculturas no período.



Fonte: Autor (2025).

estabelecido, dos Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMAs) anuais vinculados às licenças ambientais.

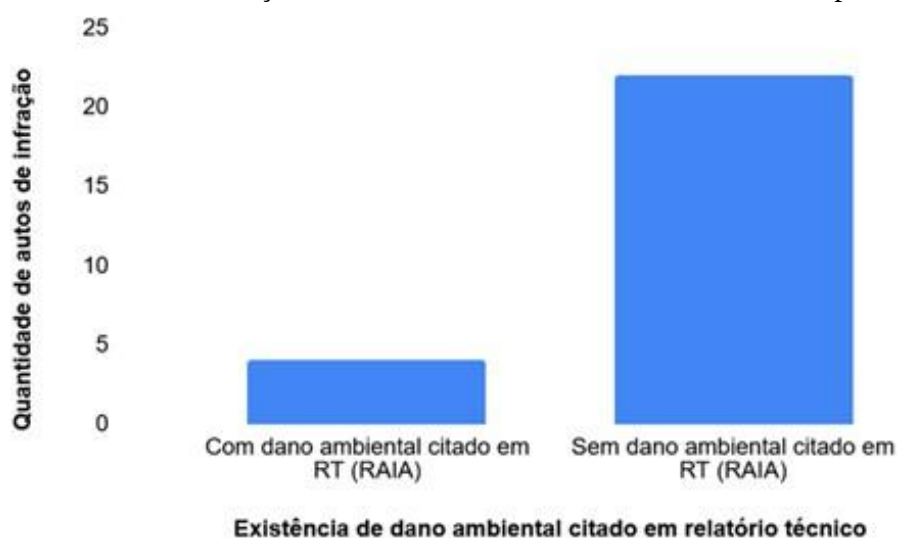
Os autos são emitidos diretamente pelo sistema e, posteriormente, têm seus dados validados e assinados por um fiscal ambiental da DIFIS, sem a necessidade de vistoria técnica ou ação fiscalizatória prévia nos empreendimentos. Essa funcionalidade representa um avanço tecnológico significativo da SEMACE na apuração de infrações administrativas de natureza ambiental, como também a redução do tempo necessário para a apuração e aplicação das sanções, contribuindo para uma maior eficiência na responsabilização dos infratores (grifo nosso).

Outro aspecto relevante na lavratura dos autos de infração para as carciniculturas refere-se à descrição da existência de dano ambiental fruto da infração nos relatórios técnicos circunstanciados elaborados pelas equipes de fiscalização, tais como o Relatório de Apuração de Infração Administrativa Ambiental (RAIA). Nesse caso, do total dos 26 autos de infração, em 04 autos de infração (15,38%) foi descrita a existência de dano ambiental a ser recuperado (ocupação de APP pelas carciniculturas), oriundo das infrações cometidas, enquanto que em 22 autos de infração (84,61%) não foi descrita a existência de dano ambiental. Ressalta-se ainda que para os 04 autos com descrição de dano ambiental, não foram apresentados os respectivos PRADs pelos autuados após as autuações (Figura 75).

Embora o número de autos de infração envolvendo danos ambientais tenha sido reduzido, os impactos decorrentes da instalação e operação de carciniculturas — especialmente em APP de manguezal, além das feições apicum e salgado desse ecossistema — geram prejuízos

socioeconômicos e ecológicos para comunidades tradicionais, tais como perda de áreas e recursos pesqueiros. Esses efeitos são intensificados pela baixa efetividade da legislação ambiental na mediação de conflitos territoriais, pela falta de gestão participativa e pela insuficiente representatividade dessas comunidades nos processos decisórios (Junior; Nicácio; Rodrigues, 2020) (De Lima; Da Silva; De Carvalho, 2019).

Figura 75 — Gráfico do número de autos de infração lavrados para carciniculturas em relação à existência de dano ambiental a ser recuperado.



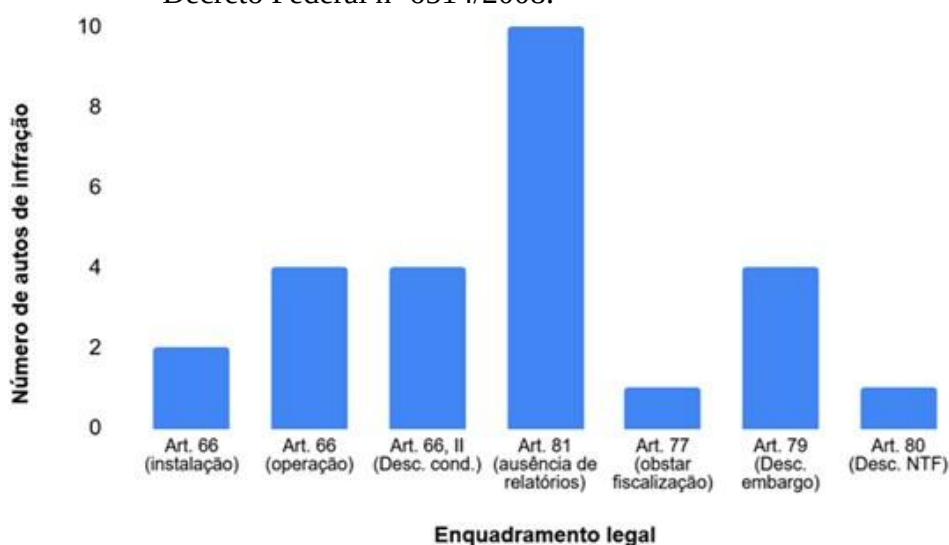
Fonte: Autor (2025).

Nesse sentido, observou-se que a maior parte das autuações de carciniculturas ocorreram para infrações ambientais que não determinaram dano ambiental efetivo passível de recuperação por parte dos infratores, sendo infrações por ausência de entrega de relatórios de monitoramento, descumprimento de condicionantes ambientais de licenças, descumprimento de notificação, funcionamento de empreendimentos sem licença de operação (LO), entre outros. Além disso, a menor quantidade de multas foram lavradas para infrações que ocasionaram danos ambientais efetivos e para os quais não foram apresentados à SEMACE planos/projetos de recuperação ambiental para as áreas degradadas, conforme exige a Instrução Normativa SEMACE nº 3/2017 (Ceará 2017).

No que se refere ao enquadramento legal (Decreto Federal nº 6514/2008) das infrações ambientais autuadas pela SEMACE no período, dos 26 autos de infração, verificou-se que 10 autos (38,46%) foram lavrados para a infração de deixar de apresentar relatórios ou informações ambientais nos prazos exigidos pela legislação (Art. 81), 04 autos (15,38%) para a infração de fazer funcionar atividade de carcinicultura sem licença de operação (LO) (Art. 66),

02 autos (7,69%) para a infração de construir empreendimento de carcinicultura sem licença de instalação (LI) (Art. 66), 04 (15,38%) para infração de descumprimento de condicionante(s) de licença ambiental de operação (LO) (Art. 66, II), 04 (15,38%) por descumprimento de embargo administrativo (Art. 79), 01 (3,84%) por descumprimento de notificação (Art. 80) e 01 (3,84%) para a infração de obstar a ação fiscalizatória do Poder Público (Art. 77) (Figura 76).

Figura 76 — Gráfico do enquadramento legal dos autos de infração de carciniculturas lavrados pela SEMACE no período da pesquisa, conforme o Decreto Federal nº 6514/2008.



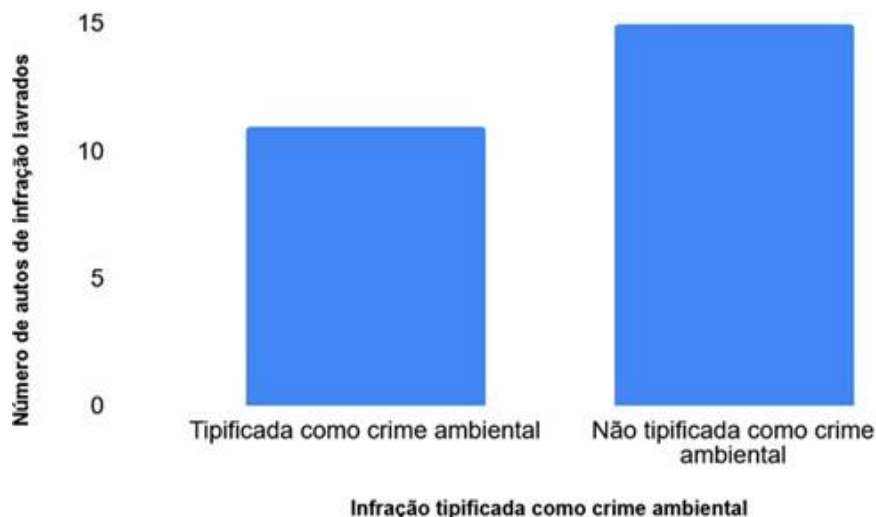
Fonte: Autor (2025).

Conforme o gráfico, verificou-se que a maior parte dos autos de infração (10) foram lavrados no Art. 81 do Decreto Federal nº 6514/2008, referente à ausência de entrega de relatórios de monitoramento ambiental (RAMAs) nos prazos estabelecidos, correspondendo aos 07 autos lavrados no ano de 2021 e mais 03 autos lavrados nos outros anos do período da pesquisa. Importante destacar também que o Art. 66 do DF nº 6514/2008 teve o mesmo número absoluto de autos que o Art. 81 (10), tendo em vista que esse artigo engloba as infrações de construir sem licença, funcionar sem licença e descumprir condicionante(s) de licença.

No que se refere ao enquadramento das infrações ambientais cometidas descritas também como crime ambiental tipificado na Lei Federal nº 9605/1998 (Lei de Crimes Ambientais), verificou-se que, do total dos 26 autos de infração lavrados para carciniculturas, 09 autos (34,61%) foram lavrados para infrações que são tipificadas como crime ambiental, enquanto que 15 autos (57,69%) foram lavrados para infrações que não são tipificadas como crime, observando-se que para a maior parte das infrações cometidas pelas carciniculturas não são impetradas ações

penais para responsabilização criminal das empresas ou pessoas físicas (Figura 77).

Figura 77 — Gráfico do número de autos lavrados para carcinoculturas em relação à tipificação como crime ambiental pela Lei Federal nº 9605/1998.

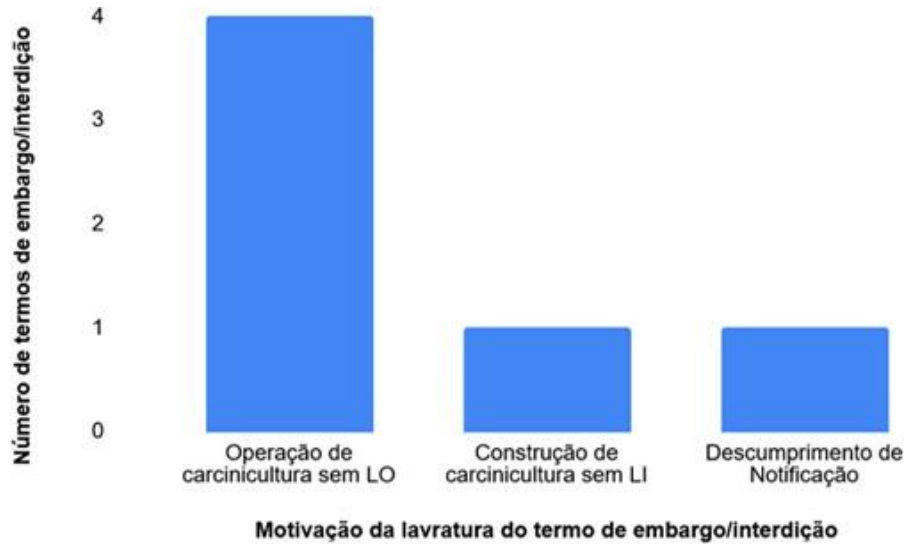


Fonte: Autor (2025).

Em relação aos termos de embargo/interdição lavrados para as carcinoculturas no período, verificou-se que foram lavrados um total de 06 termos de embargo/interdição para 06 carcinoculturas diferentes, sendo 03 (50%) termos lavrados para empresas (CNPJ) e 03 (50%) lavrados para pessoas físicas (CPF). Do total dos 06 termos de embargo, 04 termos (66,66%) foram lavrados para carcinoculturas que estavam operando sem LO, 01 termo (16,66%) para carcinocultura por descumprimento de notificação lavrada anteriormente para regularização ambiental e 01 termo (16,66%) para instalação de carcinocultura sem LI (Figura 78).

Analisando-se os termos de embargo lavrados, verificou-se que, do total dos 06 termos de embargo, 02 termos (33,33%) foram para carcinoculturas (02) embargadas de forma imediata, enquanto que 04 termos (66,66%) foram para carcinoculturas (04) embargadas a partir do período da despesca subsequente dos viveiros (retirada dos camarões). O embargo das carcinoculturas a partir do período da despesca subsequente às vezes se faz necessário dependendo do tempo de cultivo dos animais nos viveiros. Tendo em vista que o embargo envolve a paralização completa de todo o ciclo de cultivo dos animais, incluindo novos povoamentos de viveiros, objetivando evitar maiores prejuízos ao meio ambiente oriundo da paralização da atividade e possível retirada precoce ou soltura dos animais dos viveiros no ambiente natural, permite-se em casos excepcionais (a exemplo de ciclos de cultivo em estágio próximo da despesca) a continuidade da operação da carcinocultura até a próxima despesca, quando o termo

Figura 78 — Gráfico dos Termos de embargo/interdição lavrados para carciniculas no período da pesquisa em Acaraú-CE.



Fonte: Autor (2025).

de embargo começará a vigorar.

Analisando-se os dados, observou-se que, após a lavratura dos 06 termos de embargo, foram lavrados 04 autos de infração para 04 carciniculas por descumprimento de embargo administrativo (Art. 79 do DF nº 6514/2008) de 04 desses 06 termos de embargo lavrados, enquanto 02 carciniculas não foram multadas. Dessa forma, confirma-se a continuidade das infrações ambientais cometidas e o descumprimento continuado da legislação ambiental vigente, não sendo verificada a regularização ambiental desses empreendimentos.

Nesse aspecto, Ferraz & Filho (2019) descrevem que para algumas carciniculas do estado da Bahia o histórico de infrações e penalidades é preocupante, tendo em vista que muitas empresas continuam funcionando irregularmente sem licença, mesmo após autuações, não buscando a regularização.

Quanto à regularização ambiental das carciniculas após os embargos, observou-se que, do total das 06 carciniculas embargadas, 01 (16,66%) solicitou regularização de licença ambiental (REG LO) com mudança de titularidade, 04 (66,66%) não solicitaram regularização de licença ambiental, enquanto 01 (16,66%) solicitou na SEMACE a regularização da licença (REG LO) e teve a LO emitida. Nesse sentido, verificou-se que a maioria daquelas embargadas não buscou a regularização ambiental, continuando a funcionar irregularmente ou deixando de funcionar nos endereços embargados.

Nesse sentido, observa-se que o órgão ambiental estadual não possui informações atualizadas sobre a atual situação de regularização do licenciamento ambiental de algumas

carciniculturas embargadas, revelando-se uma fragilidade no controle e gestão ambiental desses empreendimentos (grifo nosso). Dessa forma, como citado por Câmara; Gomes; De Araújo (2018), se faz necessária a criação de uma base de dados sólida e unificada que concentre todas as informações de cada projeto de carcinicultura, embargada ou não.

Do total das 06 carciniculturas embargadas no período, verificou-se que 04 (66,66%) ocuparam APP de recursos hídricos (rios, riachos, lagoas), sendo 03 com áreas de APP não informadas nos termos de embargo e 01 com a área informada (1,22 ha), enquanto que 02 embargadas (33,33%) não ocuparam APP.

Em relação às notificações lavradas no período da pesquisa para carciniculturas no município de Acaraú, verificou-se que foi lavrada somente 01 notificação no ano de 2014, lavrada para apresentação à SEMACE de licença de operação (LO) no prazo de 8 dias, não sendo essa notificação cumprida pela empresa, como também não foi objeto de autuação posterior pela SEMACE.

6 CONCLUSÃO

A maior concentração de licenças ambientais para empreendimentos de carcinicultura no município de Acaraú-CE ocorreu nos primeiros quatro anos da série histórica analisada (2013 a 2016). Esse período corresponde à vigência das Resoluções COEMA nº 04/2012 e nº 10/2015, que regulamentavam o licenciamento ambiental estadual. À época, o enquadramento da atividade se dava apenas pelos códigos 02.01 – Carcinicultura e 02.02 – Carciniculturas – Laboratórios de Larvicultura, não havendo codificação específica para sistemas de produção em tanques revestidos com possibilidade de recirculação e tratamento de efluentes, o que limitava o reconhecimento e o estímulo a tecnologias de menor impacto ambiental.

Os resultados também indicaram que a maioria dessas licenças teve caráter de regularização, ou seja, foram concedidas, em sua maioria, a empreendimentos que, após expirado o prazo das licenças anteriores, protocolaram novos processos para retomada de conformidade legal, evidenciando períodos de operação sem licença ambiental válida, em desacordo com a legislação vigente. No entanto, observou-se que algumas carciniculturas foram construídas sem licença ambiental de instalação e solicitaram as licenças posteriormente, na forma de regularização.

Esse contexto regulatório coincide com a promulgação da lei de proteção da vegetação nativa, mais conhecida como Novo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012) que estabeleceu diretrizes mais claras para a proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), incluindo os manguezais, embora sem mencionar todas as suas feições. Observou-se através de análise dos processos de licenciamento e mapas elaborados que uma parte das carciniculturas instaladas com licenças ambientais emitidas no período ocupou parcialmente, de forma irregular, APPs de recursos hídricos e manguezais, sendo estas áreas, a priori, não passíveis de intervenção e/ou ocupação. Verificou-se também uma significativa parcela de ocupação das feições apicum e salgado pelas carciniculturas com licença emitida, embora essas feições características do ecossistema manguezal não possuam o mesmo nível de proteção ambiental pela legislação brasileira.

Observa-se que esse grande número de regularizações de licenças ambientais determinam mais retrabalho ao órgão ambiental competente (SEMACE) no procedimento de licenciamento, devido ao fato de haver áreas ocupadas irregularmente pelas carciniculturas, desmatamentos de vegetação nativa praticados sem autorização prévia, pedidos de elaboração e submissão de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para as áreas irregularmente

ocupadas, paralisação da análise/tramitação dos processos para aguardo de envio de documentos, os quais muitas vezes são solicitados de forma reiterada pelo órgão e não apresentados pelos empreendedores.

Destaca-se também que predominaram a emissão de Licenças de Operação (LO), o que sugere que grande parte dos empreendimentos já se encontrava instalada, muitas vezes sem a devida Licença de Instalação (LI) anterior. Esses dados revelam fragilidades no monitoramento e na fiscalização ambiental ao longo do tempo, além de apontarem para uma prática recorrente de regularizações, o que compromete a efetividade do licenciamento ambiental como instrumento preventivo de controle ambiental.

No âmbito do licenciamento ambiental, importante ressaltar os impactos/consequências do processo de flexibilização ambiental no estado do Ceará determinado pela promulgação da Lei Estadual nº 18.436, de 25 de julho de 2023 (CEARÁ, 2023), a qual estabelece modalidades de licenciamento simplificado (LAC e LAU) para a atividade de carcinicultura, permitindo autorização de operação por autodeclaração dos administrados, ou mecanismos que dispensam verificação técnica prévia à emissão da licença ambiental. As principais consequências são: ausência de definição clara dos limites mínimos de área para definição da modalidade de licença; ausência de análise técnica rigorosa devido à ausência de apresentação de estudos ambientais; instalação ou expansão de viveiros de carcinicultura sem avaliação adequada da sensibilidade ambiental do local; ausência de identificação de efeitos cumulativos (água, solo, fauna) antes do início da atividade; limitação pelo órgão ambiental competente do estabelecimento de medidas mitigadoras e/ou condicionantes ambientais efetivas e aumento do risco de degradação de ecossistemas costeiros, manguezais e recursos hídricos adjacentes (grifo nosso).

A análise dos Programas de Automonitoramento dos efluentes líquidos das carciniculturas revelou que a maior parte dos empreendimentos licenciados no período apresentava irregularidades na entrega dos relatórios anuais. Foram identificadas empresas que não apresentaram nenhum documento ao longo dos 11 anos avaliados, que interromperam o envio das informações ou que submeteram relatórios incompletos. Esses resultados evidenciam a ausência de gestão ambiental adequada pelos empreendedores quanto aos efluentes potencialmente poluidores, além de expor fragilidades nos procedimentos de monitoramento e fiscalização realizados pelo órgão ambiental competente.

Quanto aos Relatórios de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental (RAMA), verificou-se que a maioria das carciniculturas licenciadas apresentou os documentos anuais

durante o período analisado. Aproximadamente metade dos empreendimentos entregou todos os RAMA previstos, enquanto apenas duas empresas não apresentaram nenhum relatório. Contudo, a maior parte das submissões ocorreu fora dos prazos legais, evidenciando baixa observância das exigências normativas. Além disso, constatou-se a ausência, na maioria dos processos, de pareceres ou análises técnicas da SEMACE que confirmassem as informações declaradas pelas empresas.

Quanto aos PRADs referentes às áreas de supressão vegetal e à instalação de carcinicaturas em APPs de manguezais e recursos hídricos, verificou-se que a SEMACE exigiu esses estudos para a maioria dos empreendimentos licenciados, evidenciando intervenções em áreas protegidas. Entretanto, grande parte das empresas não apresentou os PRADs solicitados, caracterizando descumprimento da legislação e falta de compromisso com a recuperação dos passivos ambientais, sobretudo nos manguezais. Além disso, as poucas carcinicaturas que entregaram o estudo não comprovaram sua execução, apesar dessa exigência ser estabelecida como condicionante das licenças. Tais constatações apontam ausência de ações efetivas de reparação ambiental pelos empreendedores e fragilidades do órgão ambiental no acompanhamento e na cobrança dessas medidas.

No âmbito da fiscalização ambiental das carcinicaturas, observou-se que a maior parte das denúncias registradas na SEMACE foi atendida, resultando em sanções administrativas — como multas, embargos e notificações — aplicadas principalmente a empreendimentos irregulares. A maioria das multas derivou de vistorias de campo, e grande parte das autuações teve caráter estritamente administrativo, relacionadas sobretudo à não apresentação de relatórios de monitoramento ambiental, sem identificação de dano ambiental comprovado em relatório técnico. Verificou-se ainda que os empreendimentos autuados e embargados, em sua maioria, não correspondiam às carcinicaturas licenciadas durante o período analisado, mas sim a estabelecimentos sem histórico prévio de processos na autarquia estadual.

A pesquisa apresentou limitações relacionadas à ausência de vistorias de campo para avaliar todos os empreendimentos de carcinicultura, licenciados ou não, situados na área de influência do estuário do rio Acaraú. Também houve indisponibilidade das poligonais de diversos empreendimentos com processos de licenciamento na SEMACE, devido à falta desses arquivos em grande parte dos processos analisados. Ademais, não foram obtidos os dados de gestão ambiental das carcinicaturas junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Acaraú (SEMMA).

A pesquisa também revelou fragilidades nos procedimentos administrativos de análise e controle associados ao licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental. Entre as principais deficiências identificadas destacam-se: ausência de pareceres ou relatórios técnicos sobre os Programas de Automonitoramento de efluentes; inexistência de mapas georreferenciados nos processos de licenciamento; falta de controle efetivo do cumprimento das condicionantes ambientais das licenças, como a apresentação e execução de PRADs e PCMA's; insuficiência de equipe técnica para atender à demanda de licenciamento, monitoramento e fiscalização e verificação inadequada dos prazos legais para renovação de licenças, o que permite que processos de regularização sejam indevidamente cadastrados no órgão como renovação.

Constatou-se que a gestão ambiental das carciniculturas, englobando licenciamento, monitoramento e fiscalização, apresentou significativas fragilidades ao longo dos 11 anos analisados. A maioria dos empreendimentos não manteve licenças válidas durante todo o período, deixou de apresentar integralmente os relatórios de monitoramento nos prazos legais e com parâmetros compatíveis com a legislação, além de não entregar estudos ambientais essenciais, como os PRADs.

Nesse contexto, torna-se fundamental a proposição de melhorias na gestão interna dos processos e o estabelecimento de normativas e fluxos administrativos internos com prazos claramente definidos, a fim de aprimorar a gestão dos processos no âmbito da SEMACE. Como melhorias sugerem-se: incentivos de novas tecnologias na análise dos processos; implantação de um setor interno de geoprocessamento; aumento do efetivo de servidores nos setores de licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental para acompanhamento dos processos e sistemas informatizados mais robustos.

Apesar da relevância do tema, persistem lacunas quanto à gestão ambiental da carcinicultura, tanto no âmbito dos empreendimentos quanto do órgão licenciador. Destacam-se: incertezas sobre a efetividade do cumprimento nos prazos específicos dos planos, programas e projetos dos estudos ambientais apresentados, como o Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) e o EIA/RIMA, bem como a insuficiência de análises detalhadas sobre a variação dos parâmetros dos efluentes e seus impactos na qualidade das águas superficiais dos corpos hídricos receptores. Assim, novas pesquisas são fundamentais para ampliar o conhecimento sobre os efeitos ambientais dessa atividade econômica.

REFERÊNCIAS

- ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Manual de Boas Práticas de Manejo e de Biossegurança para a Carcinicultura Brasileira**. 2021. Acesso em: 19 fev. 2025. Disponível em: <<https://abccam.com.br/2021/09/manual-de-boas-praticas-de-manejo-e-de-biosseguranca-para-a-carcinicultura-brasileira-junho-2021/>>.
- ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Censo da Carcinicultura dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí - 2021**. 2022. Acesso em: 26 nov. 2023. Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2023/02/Completo_Censo-2022_23_D.pdf>.
- ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Balança Comercial de Pescado - Nº 9**. 2023. Acesso em: 26 nov. 2023. Disponível em: <<https://abccam.com.br/2023/10/balanca-comercial-de-pescado-da-abcc-n-9-setembro-de-2023/>>.
- ACARAÚ. **Lei nº 1571, de 10 de novembro de 2014. Institui novas sobre a política ambiental do município de Acaraú, revogando as leis municipais nº(s) 1.167 de 2006 e 1.414/2011, na forma que indica**. 2014. Acesso em: 27 mar. 2025. Disponível em: <https://www.acarau.ce.gov.br/arquivos/1294/_1571_2014.pdf>.
- AKRAM; SHOAIB; HUSSAIN; H., P. M. K. O. C. T. E. B. J. A. H. Mangrove health: A review of functions, threats, and challenges associated with mangrove management practices. **Forests**, v. 14, n. 9, p. 1698, 2023.
- ALBUQUERQUE, A. *et al.* A proteção dos ecossistemas de manguezal pela legislação ambiental brasileira. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 126–153, 2015.
- ALLEWAY, H. K.; GILLIES, C. L.; BISHOP, M. J.; GENTRY, R. R.; THEUERKAUF, S. J.; JONES, R. The ecosystem services of marine aquaculture: valuing benefits to people and nature. **BioScience**, Oxford University Press, v. 69, n. 1, p. 59–68, 2019.
- ALMEIDA, R.; JÚNIOR, C. Manguezal e serviços ecossistêmicos. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. p. 85–95.
- ALONGI, D. M. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. **Estuarine, coastal and shelf science**, Elsevier, v. 76, n. 1, p. 1–13, 2008.
- ALVES, A. K.; BRAUN, M. B. S. Consequências da ação antidumping sobre a produção de camarão na microregião do litoral de aracati-ceará, na perspectiva dos elos da cadeia produtiva. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 9, n. 16, p. 6–3, 2013.
- AMARAL, A. C. Z.; MIGOTTO, A. E.; TURRA, A.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Araçá: biodiversity, impacts and threats. **Biota neotropica**, SciELO Brasil, v. 10, p. 219–264, 2010.
- AQUINO, R. F. O.; RODRIGUES, S. W. P.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; KAWAKAMI, S. K. Potential eutrophication associated with phosphorus inputs from shrimp effluents in a tropical estuary. **Geochimica Brasiliensis**, v. 35, n. 1, p. 76–85, 2021. Acesso em: 21 nov. 2025.
- ARARIPE, H. G. d. A.; LOPES, J. B.; BASTOS, M. E. G. Aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na apa do delta do parnaíba. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 2, p. 1–31, 2006.
- ARAÚJO, J. A.; NORÕES, A. K. M.; MONTEIRO, J. V.; ARAÚJO, R. C. P. d.; SILVA, F. P. d. Eficiência produtiva das fazendas de carcinicultura no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, SciELO Brasil, v. 56, n. 1, p. 35–50, 2018.

- ARAÚJO, J. S.; CASTRO, C. B.; COSTA-LOTUFO, C. B. Toxicidade do metabissulfito de sódio em *mysidopsis juniae*. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, n. 1, p. 24–28, 2008.
- ASHTON, E. C. The impact of shrimp farming on mangrove ecosystems. **CABI Reviews**, CABI Wallingford UK, n. 2008, p. 12, 2008.
- BACK, J. Avaliação de projetos de recuperação de áreas degradadas implantados na região do médio vale do itajaí, santa catarina, brasil. **Estacios**, v. 38, n. 54, p. 10, 2017. ISSN 0798-1015.
- BADOLA, R.; BARTHWAL, S.; HUSSAIN, S. A. Attitudes of local communities towards conservation of mangrove forests: A case study from the east coast of india. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Elsevier, v. 96, n. 4, p. 423–431, 2012.
- BARANGE, M. **Fishery and aquaculture statistics**. [S.l.]: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics.
- BARBIER, E. B.; HACKER, S. D.; KENNEDY, C.; KOCH, E. W.; STIER, A. C.; SILLIMAN, B. R. O valor dos serviços ecossistêmicos estuarinos e costeiros. **Ecology Monographs**, v. 81, n. 2, p. 169–193, 2011.
- BARBIERI, E.; MARQUEZ, H. L. d. A.; CAMPOLIM, M. B.; SALVARANI, P. I. Avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de cananéia, são paulo, brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management**, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, v. 14, n. 3, p. 385–398, 2014.
- BERNARDINO, A. F.; MAZZUCO, A. C. A.; SOUZA, F. M.; SANTOS, T. M.; SANDERS, C. J.; MASSONE, C. G.; COSTA, R. F.; SILVA, A. E. B.; FERREIRA, T. O.; Nóbrega, G. N. *et al.* The novel mangrove environment and composition of the amazon delta. **Current Biology**, Elsevier, v. 32, n. 16, p. 3636–3640, 2022.
- BIMRAH, K.; DASGUPTA, R.; HASHIMOTO, S.; SAIZEN, I.; DHYANI, S. Ecosystem services of mangroves: A systematic review and synthesis of contemporary scientific literature. **Sustainability**, MDPI, v. 14, n. 19, p. 12051, 2022.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. 1981. Acesso em: 20 jan. 2025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 4, de 15 de setembro de 1985**. 1985. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Acesso em: 17 jan. 2025.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988**. 1988. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.
- BRASIL. **Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências**. 1993. Acesso em: 20 jan. 2025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d750.htm>.

BRASIL. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. 2009. Acesso em: 26 nov. 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11959>.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 413, de 26 de julho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. 2009. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jun. 2009, Seção nº 122, págs. 126–129. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=589>.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 2011. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627>.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Acesso em: 26 nov. 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.

BRASIL. Instrução Normativa nº 2/MMA, de 06 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural-SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural – CAR. 2014. Acesso em: 20 jan. 2025. Disponível em: <https://www.car.gov.br/leis/IN_CAR.pdf>.

BRASIL. Lei nº 13.288, de 16 de maio de 2016. Dispõe sobre os contratos de integração, obrigações e responsabilidades nas relações contratuais entre produtores integrados e integradores, e dá outras providências. 2016. Acesso em: 20 jan. 2025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13288.htm>.

BRASIL. Portaria ICMBIO nº 647, de 30 de outubro de 2019. Atualiza e aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal – PAN Manguezal, contemplando 20 táxons ameaçados de extinção, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, espécies contempladas, prazo de execução, formas de implementação, supervisão, revisão; e institui o Grupo de Assessoramento Técnico. 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 nov. 2019, Seção nº 92, págs. 02–09. Processo SEI nº 02177.000063/2018-15. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/portarias/portarias-2019/portaria_647_30out2019.pdf>.

BRASIL. Decreto nº 12.045, de 5 de junho de 2024. Institui o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais do Brasil. 2024. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12045.htm>.

BUNTING, P.; LUCAS, R.; ROSENQVIST, A.; HILARIDES, L. **O Estado dos Manguezais do Mundo**. 2021. Acesso em: 13 jan. 2025. Disponível em: <<https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2022/02/The-State-of-the-Worlds-Mangroves-Portuguese.pdf>>.

CABRAL, N. R. A. J.; MAIA, M. R. B. **Fiscalização Ambiental na SEMACE: 10 anos de história**. 1. ed. Fortaleza: Litorânea Gráfica e Editora, 2020. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2021/03/FISCALIZACAO-AMBIENTAL-NA-SEMACE-1.pdf>>.

CÂMARA, M. H.; GOMES, R. L. R.; ARAÚJO, J. A. R. de. Licenciamento ambiental na carcinicultura: Uma análise sobre os caminhos da legalidade. **Revista Observatório de la Economía Latinoamericana**, 2023. ISSN 1696-8352. Acesso em: 27 maio 2025.

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**, v. 21, p. 1–10, 2024.

CARVALHO, A. L.; SOUZA, M. C.; PEREIRA, D. S. Gestão ambiental pública no brasil: desafios da governança frente às mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 12, n. 1, p. 88–104, 2022.

CEARÁ. **Lei Estadual nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, e cria o Conselho Estadual do Meio Ambiente COEMA, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE e dá outras providências**. 1987. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <<https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis87/11411>>.

CEARÁ. **Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002. Dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias à execução e acompanhamento do automonitoramento de efluentes líquidos industriais**. 2002. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <<http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20021206/do20021206p02.pdf>>.

CEARÁ. **Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH, e dá outras providências**. 2010. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <<https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/desenv-regional-recursos-hidricos-minas-e-pesca/item/379-lei-n-14-844-de-28-12-10-do-30-12-10>>.

CEARÁ. **Decreto Estadual nº 31.076, de 12 de dezembro de 2012. Regulamenta os artigos 6º a 13 da Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à outorga preventiva, de direitos de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica, cria o Sistema de Outorga para Uso da Água e de Execução de Obras, e dá outras providências**. 2012. Acesso em: 29 jul. 2025. Disponível em: <<https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/Decreto-N%C2%BA-31.076-de-12-de-Dezembro-de-2012.pdf>>.

CEARÁ. **Lei Estadual nº 15.773, de 10 de março de 2015. Altera a Lei nº 13.875, de 7 de fevereiro de 2007**. 2015. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <<https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2021/09/Lai-Estadual-no-15.773-d-e-10-de-marco-de-2015-Criacao-da-Secretaria-Estadual-do-Meio-Ambiente-SEMA.pdf>>.

CEARÁ. Lei Estadual nº 15.798, de 1º de junho de 2015. Altera as leis nº 13.875, de 7 de fevereiro de 2007, nº 15.360, de 4 de junho de 2013 e nº 13.743, de 29 de março de 2006. 2015. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <<https://www.arce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/53/2015/06/lei-n-15.798-01-de-junho-de-2015.pdf>>.

CEARÁ. Instrução Normativa SEMACE nº 2, de 18 de setembro de 2017. Aprova as normas técnicas e os procedimentos relativos ao Relatório de Acompanhamento e Monitoramento Ambiental – RAMA, consoante previsão do art. 12, § 2º da Resolução COEMA nº 10, de 11 de junho de 2015. 2017. Acesso em: 29 jul. 2025. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=351282>>.

CEARÁ. Resolução COEMA nº 02, de 2 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 5 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002. 2017. Acesso em: 27 fev. 2023. Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2019/09/COEMA-02-2017.pdf>>.

CEARÁ. Resolução COEMA nº 02, de 17 de maio de 2019. Dispõe sobre os procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos processos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. 2019. Acesso em: 27 nov. 2023. Disponível em: <<https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2019/05/Resolucao-COEMA-02-de-2019.pdf>>.

CEARÁ. Decreto Estadual nº 33.559, de 29 de abril de 2020. Regulamenta os artigos 6º a 13 da Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à outorga preventiva, de direitos de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica, e dá outras providências. 2020. Acesso em: 29 jul. 2025. Disponível em: <<http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20200429/do20200429p01.pdf>>.

CEARÁ. Lei Complementar nº 231, de 13 de janeiro de 2021. Institui o Sistema Estadual do Meio Ambiente – SIEMA, e o Fundo Estadual do Meio Ambiente – FEMA, reformula a política estadual do meio ambiente. 2021. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=407913>>.

CEARÁ. Resolução COEMA nº 09, de 5 de agosto de 2021. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes para a atividade de aquicultura no estado do Ceará, e dá outras providências. 2021. Acesso em: 17 jan. 2025. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2021/08/Resolucao_COEMA_09_2021.pdf>.

CEARÁ. Lei Estadual nº 19.294, de 06 de junho de 2025. Dispõe sobre a Política Estadual do Gerenciamento Costeiro – PEGC, aprova o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Ceará – ZEEC. 2025. Acesso em: 28 jul. 2025. Disponível em: <<https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/meio-ambiente-e-desenvolvimento-do-semiarido/item/11099-lei-n-19-294-de-06-de-junho-de-2025-d-o-09-06-25>>.

CERQUEIRA, H. D. G. Licença ambiental por aderência e compromisso: Riscos, princípios e (de)construção da segurança jurídica. **Revista Aracê**, v. 7, n. 5, p. 27651–27669, 2025.

CHAGAS, G. C.; SILVA, D. Nascimento-e; MACHADO, A. L. S. **Gestão Ambiental: Aspectos Teóricos e Empíricos**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024.

COOK, E. J.; ASHTON, G.; CAMPBELL, M.; COUTTS, A.; GOLLASCH, S.; HEWITT, C.; LIU, H.; MINCHIN, D.; RUIZ, G.; SHUCKSMITH, R. Non-native aquaculture species releases: implications for aquatic ecosystems. In: **Aquaculture in the Ecosystem**. [S.l.]: Springer, 2008. p. 155–184.

CORRÊA, P. F. **Avaliação dos planos de recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila no município de Içara, Santa Catarina**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade do Sul de Santa Catarina, 2014.

COSTA, K. M. **O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) como instrumento de conservação ambiental: Uma revisão bibliográfica**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.

COSTA, W. d. M. **Efeito da proteína vegetal na qualidade de água dos efluentes da carcinicultura**. Dissertação (Dissertação de Mestrado), 2004.

COZER, N. **A produção integrada na carcinicultura brasileira**. Dissertação (Dissertação de Mestrado), 2019.

CRUZ, R. R. M. Monografia de Especialização em Gestão Ambiental, **O uso do metabissulfito de sódio na criação de camarão marinho em cativeiro e seu perigo para o trabalhador e o meio ambiente**. Fortaleza: [s.n.], 2004. 46 p.

DONATO, D. C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO, D.; KURNIANTO, S.; STIDHAM, M.; KANNINEN, M. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature Geoscience**, Nature Publishing Group UK London, v. 4, n. 5, p. 293–297, 2011.

DUARTE, C. M.; HOLMER, M.; OLSEN, Y.; SOTO, D.; MARBÀ, N.; GUIU, J.; BLACK, K.; KARAKASSIS, I. Will the oceans help feed humanity? **BioScience**, American Institute of Biological Sciences, AIBS, v. 59, n. 11, p. 967–976, 2009.

DUKE, N. C. Mangrove floristics and biogeography revisited: further deductions from biodiversity hotspots, ancestral discontinuities, and common evolutionary processes. In: **Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective: Structure, Function, and Services**. [S.l.]: Springer, 2017. p. 17–53.

ELLISON, J. C. Biogeomorphology of mangroves. In: **Coastal Wetlands**. [S.l.]: Elsevier, 2019. p. 687–715.

EMBRAPA. **Boas práticas de manejo e de biossegurança na carcinicultura para convivência com enfermidades**. 2021. Acesso em: 08 abr. 2025. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132637/1/doc44-2021.pdf>>.

EMERENCIANO, M. G. C.; ROMBENSO, A. N.; VIEIRA, F. D. N.; MARTINS, M. A.; COMAN, G. J.; TRUONG, H. H.; NOBLE, T. H.; SIMON, C. J. Intensification of penaeid shrimp culture: An applied review of advances in production systems, nutrition and breeding. **Animals**, v. 12, n. 3, p. 236, 2022.

EYSINK, G. G. J.; HATAMURA, E.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. First occurrence in mangroves of south america of the exotic species sonneratia apetala buch.-ham. from the indo-malayan region. **Biota Neotropica**, SciELO Brasil, v. 23, n. 4, p. e20231575, 2023.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations; The State of World Fisheries and Aquaculture. Sustainability in Action.** 2020.

FERNANDES, R. T. V.; OLIVEIRA, J. F.; PINTO, A. R. M.; NASCIMENTO, L.; OLIVEIRA, J. C. D.; NOVAES, J. L. C. Impacto da carcinicultura no manguezal do rio das conchas, porto do mangue, rio grande do norte. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 3, p. 64–84, 2018.

FERRAZ, C. V. H.; FILHO, S. S. A. Análise dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de carcinicultura no estado da bahia. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 23, n. 1, 2019.

FERREIRA, M. G. P.; MELO, F. P.; LIMA, J. P. V.; ANDRADE, H. A.; SEVERI, W.; CORREIA, E. S. Bioremediation and biocontrol of commercial probiotic in marine shrimp culture with biofloc. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 45, n. 1, p. 167–176, 2017.

FIELD, C. D. Impact of expected climate change on mangroves. In: **Proceedings of the Asia-Pacific Symposium on Mangrove Ecosystems: International Conference held at The Hong Kong University of Science & Technology, September 1–3, 1993.** [S.l.]: Springer, 1995. p. 75–81.

FONSECA, E. B. d.; SILVA, M. R. F. d. Percepção dos problemas socioambientais decorrentes da carcinicultura no município de pendências (rn)–brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 1047–1066, 2021.

FREITAS, U. d.; NIENCHESKI, L. F.; ZARZUR, S.; MANZOLLI, R. P.; VIEIRA, J. 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**, SciELO Brasil, v. 12, p. 293–301, 2008.

FRIESS, D.; SIDIK, F. **Dynamic Sedimentary Environments of Mangrove Coasts.** [S.l.]: Elsevier, 2020.

GESTEIRA, T. C. V.; PAIVA, M. P. Impactos ambientais dos cultivos de camarões marinhos no nordeste do brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. [S.l.]: Editora Atlas SA, 2008.

GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L. L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T.; MASEK, J.; DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, Wiley Online Library, v. 20, n. 1, p. 154–159, 2011.

GODOY, M. D. P.; LACERDA, L. D. Mangroves response to climate change: a review of recent findings on mangrove extension and distribution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, p. 651–667, 2015.

GOLDBERG, L.; LAGOMASINO, D.; THOMAS, N.; FATOYINBO, T. Global declines in human-driven mangrove loss. **Global Change Biology**, Wiley Online Library, v. 26, n. 10, p. 5844–5855, 2020.

GOMES, B. A. C. Análise dos impactos ambientais ocorridos pela ocupação irregular no manguezal do estuário do rio ceará–fortaleza, ce. **Ensaios de Geografia**, Universidade Federal Fluminense, v. 6, n. 11, p. 28–54, 2020.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. Apicuns: aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, 2009.

HAYASHI, S. N.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; JR, W. R. N.; FERNANDES, M. E. The effect of anthropogenic drivers on spatial patterns of mangrove land use on the amazon coast. **PLoS ONE**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 14, n. 6, p. e0217754, 2019.

HEINEN, J. Aspectos jurídicos da licença por adesão e compromisso (lac). **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 12, n. 2, p. 304–322, 2021.

HENDARTO, T.; YUNIWATI, E. D. Ecosystem services-based mangrove forest with management model strategies, sustainability of coastal natural resources. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e280083, 2024.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 181–188, 2008.

HUSSAIN, S. A.; BADOLA, R. Valuing mangrove benefits: contribution of mangrove forests to local livelihoods in bhitarkanika conservation area, east coast of india. **Wetlands Ecology and Management**, Springer, v. 18, p. 321–331, 2010.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Diagnóstico da Carcinicultura no Estado do Ceará: Relatório Final**. [S.l.]: Diretoria de Proteção Ambiental (DIPRO), Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental (DILIQ) e Gerência Executiva do Ceará (GEREX-CE), 2005. 177 p.

IBGE. **Censo 2022**. 2022. Acesso em: 01 dez. 2023. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. 2010. Acesso em: 01 dez. 2023. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Municípios 2020**. 2020. Acesso em: 01 dez. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/acarau/panorama>>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Municípios 2021**. 2021. Acesso em: 01 dez. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/acarau/panorama>>.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBIO, 2018. Acesso em: 26 abr. 2024. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/>>.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal 2017 – Acaraú**. Fortaleza: IPECE, 2017.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Regiões de Planejamento do Estado do Ceará**. 2023. Acesso em: 01 dez. 2023. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/pdf/Regioes_Planejamento_2021_.pdf>.

JUNIOR, J. J. S.; NICACIO, G.; RODRIGUES, G. G. A carcinicultura nos manguezais do nordeste brasileiro: problemáticas socioambientais nas comunidades tradicionais. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 9, 2020. Acesso em: 22 nov. 2025. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistamseu/article/view/245816/37246>>.

KAUFFMAN, J. B.; BERNARDINO, A. F.; FERREIRA, T. O.; BOLTON, N. W.; GOMES, L. E. d. O.; NOBREGA, G. N. Shrimp ponds lead to massive loss of soil carbon and greenhouse gas emissions in northeastern brazilian mangroves. **Ecology and Evolution**, Wiley Online Library, v. 8, n. 11, p. 5530–5540, 2018.

KAVIYARASU, K. Performance of strategies implemented as part of a management approach from an ecological standpoint. **Discover Environment**, v. 2, p. 2–129, 2024.

LACERDA, L. D.; WARD, R. D.; GODOY, M. D. P.; MEIRELES, A. J. A.; BORGES, R.; FERREIRA, A. C. 20-years cumulative impact from shrimp farming on mangroves of northeast brazil. **Frontiers in Forests and Global Change**, Frontiers Media SA, v. 4, p. 653096, 2021.

LACERDA, L. D. d.; FERREIRA, A. C.; BORGES, R.; WARD, R. Challenges to mangroves of the semiarid equatorial coast of brazil in the anthropocene. **Cambridge Prisms: Coastal Futures**, v. 2, p. 1–24, 2024.

LEBIGRE, J. M. Apicuns: Aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, p. 45–56, 2007.

LEE, H.; KIM, H.; LEE, B. Beyond carbon: a systematic review of multiple ecosystem services of mangroves. **Journal of Coastal Conservation**, v. 29, p. 58, 2025.

LEE, S. Y.; PRIMAVERA, J. H.; DAHDOUNH-GUEBAS, F.; MCKEE, K.; BOSIRE, J. O.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; FROMARD, F.; KOEDAM, N.; MARCHAND, C. *et al.* Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. **Global Ecology and Biogeography**, Wiley Online Library, v. 23, n. 7, p. 726–743, 2014.

LEÓN-CAÑEDO, J.; ALARCÓN-SILVAS, S.; FIERRO-SAÑUDO, J.; MARISCAL-LAGARDA, M.; DÍAZ-VALDÉS, T.; PÁEZ-OSUNA, F. Assessment of environmental loads of cu and zn from intensive inland shrimp aquaculture. **Environmental Monitoring and Assessment**, Springer, v. 189, p. 1–8, 2017.

LEWIS, R.; GILMORE, R. G. Considerações importantes para atingir a restauração bem-sucedida de florestas de mangue com habitat ideal para peixes. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 823–837, 2007.

LIMA, A. C. F. **Carcinicultura marinha no litoral da Bahia: licenciamento ambiental como instrumento para a sustentabilidade**. 160 p. Dissertação (Mestrado) — Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2004.

LIMA, T. B. B. de; SILVA, M. R. F. da; CARVALHO, R. G. de. Pesca artesanal, carcinicultura e manguezal: perspectivas da lei nº 12.651/2012 e o uso de apicuns e salgados em canguaretama/rn. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 31, p. 1–20, 2019.

LOUREIRO, C. V.; OLIVEIRA, C. F. d. Os aspectos socioeconômicos do manguezal do rio coreaú e sua relação com a sustentabilidade ambiental. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 5, p. 78–83, 2019.

- MAIA, R. C.; COUTINHO, R. Structural characteristics of mangrove forests in brazilian estuaries: A comparative study. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 47, n. 1, p. 87–98, 2012.
- MAIA, R. C.; SILVA, K. N.; BENEVIDES, J. d. A. J.; AMORIM, V. G.; SOUSA, R. M. d. *et al.* Impactos ambientais em manguezais no ceará: causas e consequências. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 5, p. 69–77, 2019.
- MAIA, R. C.; SOUZA, M. L.; PEREIRA, A. L. C. **Manguezais do Rio Acaraú**. 1. ed. Fortaleza-CE: Editora IFCE, 2025. 10–22 p.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- MEIRELES, A. J. de A.; CASSOLA, R. S.; TUPINAMBÁ, S. V.; QUEIROZ, L. de S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do brasil. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, Universidade Federal do Ceará, v. 6, n. 12, p. 83–106, 2007.
- MELLO, M. S. Z.; VIEIRA, R. S. Licenciamento ambiental: Uma análise crítica dos riscos de retrocesso e possibilidades de avanço na proteção do meio ambiente no brasil. **Revista Direito UFMS**, v. 6, n. 1, p. 95–111, 2020.
- MOLES, P.; BUNGE, J. **Shrimp Farming in Brazil: An Industry Overview**. Rome: FAO, 2002. 26 p. Programme in Shrimp Farming and the Environment.
- MORI, G. M.; ZUCCHI, M. I.; SAMPAIO, I.; SOUZA, A. P. Microsatellites for the mangrove tree *avicennia germinans* (acanthaceae): Tools for hybridization and mating system studies. **American Journal of Botany**, Wiley Online Library, v. 97, n. 9, p. e79–e81, 2010.
- NASCIMENTO, A. I. Manguezal e carcinicultura: o conflito da ecocompatibilidade. **Diálogos e Ciências – Revista da Rede de Ensino FTC**, n. 10, p. 1–15, maio 2007.
- NASCIMENTO, L.; MEIRELES, A. J. A.; CARVALHO, R. G.; OLIVEIRA, J. F.; MACHADO, A. M. B.; FERNANDES, R. T. V. Fatores que ameaçam a floresta de mangue no município de galinhos, rio grande do norte, utilizando sensoriamento remoto: uma análise multitemporal (1984–2022). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 2, p. 1445–1460, 2025.
- NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, Nature Publishing Group UK London, v. 405, n. 6790, p. 1017–1024, 2000.
- NETO, J. F. D. S.; TORRES, V. M.; LIMA, P. W. C.; FARIAS, W. R. L. Cultivo experimental de pós-larvas do camarão marinho *litopenaeus vannamei* submetidas a três estratégias de alimentação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 410–415, julho–setembro 2008.
- NGUYEN, T. V.; RYAN, L. W.; NOCILLADO, J.; GROUMELLE, M. L.; ELIZUR, A.; VENTURA, T. Transcriptomic changes across vitellogenesis in the black tiger prawn (*penaeus monodon*), neuropeptides and g protein-coupled receptors repertoire curation. **General and Comparative Endocrinology**, Elsevier, v. 298, p. 113585, 2020.
- NOBI, M. N.; ISLAM, A. **Estimating the environmental cost of shrimp farming in coastal areas of Chittagong and Cox’s Bazaar in Bangladesh**. 2021. ArXiv preprint arXiv:2109.05416.

OLIVEIRA, L. M. d. **Análise da ocupação das áreas de apicuns e salgado pela carcinicultura, na planície fluviomarinha do Rio Coreaú–CE à luz do novo código florestal**. Tese (Tese de Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE, 2017.

OSTRENSKY, A.; COZER, N.; SILVA, U. A. T. **A produção integrada na carcinicultura brasileira: princípios e práticas para se cultivar camarões marinhos de forma mais racional e eficiente**. Curitiba: Instituto GIA, 2017. 352 p.

OWUOR, M.; SANTOS, T. M.; OTIENO, P.; MAZZUCO, A. C. A.; IHEATURU, C.; BERNARDINO, A. F. Flow of mangrove ecosystem services to coastal communities in the brazilian amazon. **Frontiers in Environmental Science**, Frontiers Media SA, v. 12, p. 1329006, 2024.

PAULA, A. L. d. S.; LIMA, B. K. d. S.; MAIA, R. C. The recovery of a degraded mangrove in ceará through the production of laguncularia racemosa (l.) c.f. gaertn. (combretaceae) and avicennia sp. stapf ex ridl (acanthaceae) seedlings. **Revista Árvore**, SciELO Brasil, v. 40, n. 3, p. 377–385, 2016.

PILLAY, T. V. R. **Aquaculture and the Environment**. New York, USA: Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications Ltd., 1992. 189 p. ISBN 0470218495.

PINTO, D.; ALVITE, C.; MENDONÇA, L. Distribuição espaço-temporal do manguezal no estuário do rio acaraú. In: MAIA, R. C.; SOUZA, M. L.; PEREIRA, A. L. d. C. (Ed.). **Manguezais do Rio Acaraú**. Fortaleza, CE: Editora IFCE, 2025, (Coleção Vozes).

POLIDORO, B. A.; CARPENTER, K. E.; COLLINS, L.; DUKE, N. C.; ELLISON, A. M.; ELLISON, J. C.; FARNSWORTH, E. J.; FERNANDO, E. S.; KATHIRESAN, K.; KOEDAM, N. E. *et al.* The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. **PLoS ONE**, Public Library of Science, v. 5, n. 4, p. e10095, 2010.

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**, Elsevier, v. 73, p. 54–62, 2013.

QUIÑONES, E. M. *et al.* **Relações água-solo no sistema ambiental do estuário de Itanhaém (SP)**. Tese (Tese de Doutorado) — Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual Paulista, 2000.

RAMIREZ-GARCIA, P.; LOPEZ-BLANCO, J.; OCAÑA, D. Mangrove vegetation assessment in the santiago river mouth, mexico, by means of supervised classification using landsat tm imagery. **Forest Ecology and Management**, Elsevier, v. 105, n. 1–3, p. 217–229, 1998.

RENGEL, M. **La Conservación del Manglar, un Debate Político Irresuelto**. 2013.

REZENDE, P. C.; SCHLEDER, D. D.; SEIFFERT, W. Q.; ANDREATTA, E. R.; VIEIRA, F. N. Pre-nursery of shrimp post-larvae reared in biofloc system under different stocking densities. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 4, p. e533, 2019.

RIBEIRO, L. F.; SOUZA, M. M. d.; BARROS, F.; HATJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada – Journal of Integrated Coastal Zone Management**, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, v. 14, n. 3, p. 365–383, 2014.

ROCHA, I. d. P. **Carcinicultura marinha: Realidade mundial, potencialidades, oportunidades e desafios para o Brasil aumentar a produção e retornar ao mercado internacional**. Natal/RN: [s.n.], 2018.

ROCHA, I. d. P.; FERNANDES, B. R. d. S.; FONSECA, C. S. **Censo da carcinicultura dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte**. Natal: ABCC, 2022. 204 p.

RODRIGUES, F. G. d. S. **O agronegócio da carcinicultura marinha e os conflitos sociais e ambientais de uso e ocupação do estuário do Rio Jaguaribe no município de Aracati-CE**. Dissertação (Dissertação de Mestrado), 2007.

ROSARIO, R. P. G.; ABUCHAHLA, G. M. d. O.; ICMBIO. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. p. 75–83.

SAENGER, P. **Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2002.

SANTOS, A. L. G. d.; FURLAN, S. A. Quem ganha e quem perde com a falta de proteção aos manguezais?: aspectos da resolução conama nº 303/2002. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, p. e184973, 2021.

SANTOS, M. d. C. F.; COELHO, P. A. Espécies exóticas de camarões peneideos (*penaeus*). **Técnico-Científico**, p. 207, 2002.

SANTOS, R. S. **Permissivo legal para continuidade de atividade de carcinicultura em áreas de preservação permanente (APP)**. 2020. Acesso em: 19 nov. 2025. Disponível em: <<https://direitoambiental.com/permissivo-legal-para-continuidade-de-atividade-de-carcinicultura-em-areas-de-preservacao-permanente-app/>>.

SANTOS, G. 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, n. 3, p. 209–217, 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. In: **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, 2018. p. 21–35.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Criação de camarão: cartilha básica**. 2018. 40 p. Acesso em: 22 abr. 2024. Disponível em: <<https://bityli.com/qzvs7>>.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Coleção SENAR 167: Produção de camarão marinho: preparação do viveiro, povoamento, manejo e pesca**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2017. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/167-PRODU%C3%87%C3%83O.pdf>>.

SILVA, H. J. H. d.; PIERRI, N. A retomada da carcinicultura no Brasil (2012–2020): flexibilização das normativas e impactos socioambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 60, p. 182–205, 2022.

SILVA, R. A. S.; OLIVEIRA, G. A. A.; SILVA, J. M. da; SILVA, I. S.; GARCIA, C. A. B.; GOMES, M. V. T.; MONTEIRO, A. S. C.; COSTA, S. S. L. da. Evaluation of shrimp farming impacts on the water quality of the lower são francisco watershed region, brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 81, 2025.

SILVA, R. J. R.; MAIA, R. C. Efetividade de ações práticas de educação ambiental para o ecossistema manguezal no ensino fundamental. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 4, p. 95–106, 2020.

SILVA, R. M.; OLIVEIRA, L. C.; SOUZA, J. P. Gestão ambiental estratégica: desafios e oportunidades na era da sustentabilidade corporativa. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 45–61, 2021.

SILVA, S. A. **Análise dos impactos sociais, ambientais e econômicos da carcinicultura no Brasil: Um estudo da influência da atividade na qualidade dos recursos hídricos da região lagunar de Guaraíras, Rio Grande do Norte**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil, 2024. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental ou Geografia.

SILVEIRA, I. M. d. M. **Licenciamento ambiental e boas práticas de manejo na carcinicultura: estudo de caso nos Estados Rio Grande do Norte e Ceará**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil, 2017. Orientador: Profa. Dra. Cibele Soares Pontes.

SIQUEIRA, T. V. d. **Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável**. 2017.

SOSA-VILLALOBOS, C.; CASTAÑEDA-CHÁVEZ, M. d. R.; AMARO-ESPEJO, I. A.; GALAVIZ-VILLA, I.; LANGO-REYNOSO, F. Diagnosis of the current state of aquaculture production systems with regard to the environment in mexico. **Latin American Journal of Aquatic Research**, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, v. 44, n. 2, p. 193–201, 2016.

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C.; PINHEIRO, M. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. In: **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, 2018. p. 16–56.

TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; ARAÚJO, I. F. d. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, SciELO Brasil, v. 57, p. 93–108, 2019.

TANCREDO, K.; NOBREGA, R.; DIAS, T.; LAPA, K. Impactos ambientais da carcinicultura brasileira. In: UNIVERSIDADE PAULISTA. **Proceedings of the 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production: Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World**. São Paulo, 2011. p. 18–20.

TAO, C. T.; HAI, T. N.; TERAHARA, T.; HOA, N. V. Influence of stocking density on survival and growth of larval and post larval white leg shrimp (*litopenaeus vannamei* boone, 1931) applied biofloc technology. **AACL Bioflux**, v. 14, n. 3, 2021.

THIERS, P. R. L.; MEIRELES, A. J. A.; SANTOS, J. d. O. **Manguezais na costa oeste cearense: preservação permeada de meias verdades**. [S.l.]: Imprensa Universitária, 2016.

TOMLINSON, P. B. **The Botany of Mangroves**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2016.

WALSH, G. E. **Mangroves: A Review**. [S.l.]: Academic Press, 1974.

XIMENES, L. F.; VIDAL, M. D. F. **Pesca e aquicultura: Carcinicultura**. 2023.

APÊNDICE A – OFÍCIO Nº 5

Ofício Nº 5/2025-ECOMANGUE -ACA/DE-ACA/DG enviado pelo IFCE a Secretaria de Meio Ambiente de Acaraú - SEMMA, solicitando dados sobre licenciamento ambiental de carcinicaturas do município no período de Dezembro/2011 a Setembro/2019. Contribui nos resultados da pesquisa para verificação do universo de carcinicaturas possivelmente licenciadas pelo órgão ambiental municipal



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. Des. Armando de Souza Louzada, s/n - Bairro Mons. José Edson Magalhães - CEP 62580-000 - Acaraú - CE -
www.ifce.edu.br

Ofício nº 5/2025/ECOMANGUE-ACA/DE-ACA/DG-ACA/ACARAU-IFCE

Acaraú, 14 de março de 2025.

Ilmo. Sr. Itamar Ferreira Secretário de Meio Ambiente de Acaraú

Assunto: Solicitação de Dados sobre Licenciamento de Carcinicaturas no Município de Acaraú-CE

Referência: caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 23264.001946/2024-73.

Prezado Senhor,

Cumprimentando-o cordialmente, venho, por meio deste, solicitar informações junto à Secretaria de Meio Ambiente de Acaraú para subsidiar a pesquisa de dissertação de mestrado do aluno Abraão Lima Verde Maia, sob minha orientação no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental. A referida dissertação intitula-se *Carcinicultura em Acaraú-CE: Um Estudo de Caso da Gestão Ambiental Durante uma Década e seus Reflexos nos Manguezais*.

No desenvolvimento deste estudo, um dos objetivos específicos é realizar um levantamento do quantitativo de carcinicaturas licenciadas no órgão ambiental competente (estadual ou municipal) no município de Acaraú-CE no período de 2013-2023.

Considerando o Anexo I da Resolução COEMA nº 07, de 12 de setembro de 2019, que estabeleceu que todas as tipologias de carcinicultura são classificadas como de impacto ambiental regional, cabendo exclusivamente ao órgão estadual (SEMACE) o licenciamento da atividade, compreende-se que o município de Acaraú não possui competência legal para licenciar. Entretanto, a atividade de carcinicultura poderia ser licenciada pelo órgão ambiental municipal antes da data de publicação da referida Resolução.

Dessa forma, solicitamos a verificação e disponibilização de informações sobre a possível emissão de licenças ambientais para empreendimentos de carcinicultura pelo município de Acaraú, especificamente entre dezembro de 2011 e setembro de 2019. Essas informações serão fundamentais para a análise histórica da gestão ambiental da atividade no município e seus impactos sobre os manguezais locais.

Agradecemos desde já a atenção dispensada e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

Rafaela Camargo Maia

Orientadora - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



Documento assinado eletronicamente por **Rafaela Camargo Maia, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 14/03/2025, às 12:31, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site

[https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código

verificador **7158035** e o código CRC **E6D6443A**.

23264.001946/2024-73

7158035v2